



Florin
Zăgănescu

COSMONAUTUL UN SUPRAOM?...

PREFAȚĂ

Științele au făcut progrese spectaculoase către sfârșitul secolului al XIX-lea, concretizate în descoperirea radioactivității, a cuantei și în crearea întregii fizici moderne.

Dar această revoluție în știință deși a fost profundă pentru fizică, chimie, biologie și astronomie n-a satisfăcut în totalitate o dorință magnifică a omului, vizitarea altor corpuri cerești. Iată însă că a doua jumătate a secolului al XX-lea, care a adus transmutația atomică, voiajele fulger cu avioane supersonice, prezența simultană, la vedere, a mai multor persoane din diferite locuri de pe glob și antibioticele, a realizat și visul milenar al omenirii, „învingerea” gravitației terestre și chiar a sistemului nostru solar, prin crearea celui mai fascinant domeniu al cunoașterii, domeniul cercetării și utilizării spațiului cosmic.

Este interesant de cunoscut modul cum a fost privită cercetarea cosmică de diferiți oameni de știință, cultură și artă în perioada de început. O apreciere pertinentă este cea făcută de savantul sovietic A.A. Blagonravov¹ eminentă personalitate a științei cosmice sovietice care arăta că: „știința modernă nu se mai poate mulțumi cu informația pe care o obține în condiții terestre. Tehnica cosmică a deschis posibilitatea pătrunderii aparatelor de măsurat în spațiul circumterestru, interplanetar și pe corpurile cerești.

¹ Blagonravov, A.A. (1894—1975), inginer, profesor universitar, organizator și conducător științific al cercetărilor și programului sovietic privind explorarea spațiului cosmic.

Fizica atomică, fizica magnetosferei Pământului, fizica plasmei și a Soarelui, radiațiile corpusculare, vântul solar, influența activității Soarelui asupra proceselor terestre și altele, iată disciplinele ajutate de cosmonautică.

Dar posibilitățile de investigație reduse și ca urmare volumul infim de informații au pus pe mulți oameni de spirit în situația să pună la îndoială realizarea unor progrese preconizate în cercetarea cosmică.

Anatole France¹ comentind celebrul roman al lui Jules Verne „De la Pământ la Lună” spunea: „Băieții prea naivi își inchipuie, dînd crezare d-lui Verne, că se merge cu obuzul în Lună și că un organism poate să se sustragă, fără urmări, legilor gravitației. Aceste caricaturi ale nobilei științe a spațiilor cerești, ale anticei și venerabilei astronomii, sînt lipsite de adevăr ca și de frumusețe”.

Lordul Kelvin (William Thomson)² spunea, la rîndu-i: „Nu am nici cea mai mică picătură de încredere în navigația aeriană, altfel decît în balon”.

În domeniul aerospațial, gîndirea omenească a parcurs în timp și spațiu etape grele, la care s-au gîndit oamenii de cînd au părăsit peșterile întunecoase și au privit cerul albastru, la care au contribuit zeci de generații, cărora și-au dedicat întreaga lor viață oamenii cu minți pătrunzătoare și voință deosebită.

La realizările acestui domeniu și-au adus contribuția, direct sau indirect, toate popoarele. Poporul român a fost prezent cu competență, demnitate și spirit de sacrificiu, cu realizările de geniu și contribuțiile sale, încorporate public în „fenomenul aerospațial” — prin Traian Vuia, Aurel Vlaicu, Henri Coandă, Conrad Haas, Hermann Oberth, George Bothezat, Alexandru Ciurcu, Nicolae Vaidanu, Ion Stroescu și Elie Carafoli. Entuziasmul cu care poporul nostru primește și sugerează marile realizări științifice și tehnice, mai ales în aviație, către care are înclinări aproape firești — adevă-

¹ France, Anatole (1844—1924), scriitor francez, laureat al premiului Nobel pentru literatură — 1921.

² Thomson, W. (1824—1907), fizician englez, a creat scara termometrică Kelvin.

rată vocație — reprezintă acea constanță a românilor care arată că tehnica aeronautică face parte din patrimoniul intangibil, că se bucură de o dragoste populară care direcționează în ultimă instanță prevederile. Legendă sau încercare reală, experiență reușită sau abandonată, contribuție spirituală sau materială — toate aceste evenimente au constituit platforma succesului în etape în care tehnica și tehnologia create de om au realizat răsunătoarele prime succese, care i-au permis primului pămîntean ajuns pe lună, Neil Armstrong, să exclame: „Un pas mic pentru om, un salt gigantic pentru omenire”.

Alături de marii pionieri ai epocii cosmice — R.H. Goddard, R. Esnault-Pelterie și K.E. Tsiolkovski, un mare merit îi revine lui Hermann Oberth. Născut la 25 iunie 1894, la Sibiu, a urmat liceul la Sighișoara și apoi cursurile universitare la Cluj și în străinătate. După ce, în 1922, primul proiect — bazat pe calcule numerice exacte — al unui zbor spre Lună, conceput ca lucrare de doctorat, cu care intenționa să-și încheie studiile, fusese respins la Universitatea din Heidelberg, Oberth se prezintă, în 1923, cu această teză la examenul de licență la Universitatea din Cluj, acordîndu-i-se titlul de profesor de fizică. În toamna aceluiași an, îi apare, la Editura „Oldenburg” din München, cartea „Die Rakete zu den Planetenräumen”. Devenită celebră, lucrarea lui H. Oberth conține o descriere detaliată a tuturor zborurilor rachetei, precum și efectele asupra organismului. În introducerea cărții sale, el a formulat cele patru etape ale cuceririi spațiului cosmic, numite de specialiști „cele patru teze ale lui Oberth”:

1. La nivelul științei și al tehnicii de azi (1923 n.a.) este posibilă construcția unor mașini care se pot urca mai sus decît pînă unde ajunge atmosfera terestră.

2. Prin perfecționări continue, aceste mașini pot atinge astfel de viteze, încît — abandonate în spațiul cosmic — nu vor cădea pe Pământ, ci vor fi în stare să părăsească sfera de atracție a acestuia.

3. Aceste mașini pot fi construite astfel încît cu ele să poată zbura și oameni (probabil, fără periclitarea sănătății lor).

4. În anumite condiții economice, construcția unor asemenea mașini poate deveni rentabilă. Aceste împrejurări se pot ivi în cîteva decenii.

Aceste afirmații le făcea H. Oberth în perioada în care a funcționat ca profesor de matematică și fizică la Liceul „Ștefan Ludwig Roth” din Medias.

Lucrarea sa, ca de altfel întreaga sa operă care i-a adus o celebritate mondială, a fost realizată 90% în țara de origine, România, unde s-a născut, a trăit, a studiat și a lucrat până la vârsta de 44 de ani, așa cum el însuși recunoaște.

Pentru activitatea sa științifică, H. Oberth a fost distins cu numeroase titluri, medalii și premii științifice, de către universități și organizații științifice din întreaga lume. În anul 1972, Academia R.S. România a organizat în onoarea sa o sesiune jubiliară. Universitatea din Cluj-Napoca i-a conferit titlul de „Doctor Honoris Causa”, iar în anul 1974, prin decret prezidențial i s-a acordat ordinul „Meritul științific clasa I”. Pentru contribuții deosebite în știința și tehnica navigației spațiale, bianual, se conferă medalia și premiul „Hermann Oberth”.

Wernher von Braun¹, fostul său elev, unul din cei mai renumiți savanți în problemele cosmice — arhitectul zborurilor cosmice — spunea în anul 1964: „H. Oberth a fost primul care, în legătură cu ideea unui zbor cosmic real, a luat rigla de calcul și a elaborat concepte și planuri de construcție calculate numeric... Cu o claritate profetică, H. Oberth a descris toate elementele esențiale ale rachetelor noastre mari, care trec deseori drept cuceriri ale ultimilor ani”. Acest fapt este confirmat și de aprecierile unor scriitori; astfel: în lucrarea Omul și spațiul de Arthur C. Clarke (New York, 1964) se arată: „Este curios faptul că românul Hermann Oberth ca și K.E. Tsiolkovski și R.H. Goddard și-au câștigat existența ca profesori”.

Situarea în rîndul celor 4 „stele pămîntesti” care au deschis drumul spre Cosmos este susținută de realizările recunoscute ale acestuia. H. Oberth a purtat corespondență cu K.E. Tsiolkovski. Iată ce-i scria printre altele acestuia, în 1929: „Eu, se înțelege, sînt ultimul care ar pune la îndoială prioritatea și aportul dumneavoastră în problema rachetelor și regret că nu am auzit despre dv. mai în-

¹ Wernher von Braun (1912—1971), savant american de origine germană, stabilit în 1945 în S.U.A. și devenit cetățean american în 1955.

ainte de 1925.... Va fi probabil interesant de cunoscut că eu am reușit să construiesc un motor cu ajutorul benzinei de care sînt mulțumit din toate punctele de vedere.

Pînă în prezent strădania de a construi o rachetă folositoare nu a dus la rezultate din cauza greutăților întîmpinate. În prezent deci, drumul spre cercetarea spațiului cu aparate reactive poate fi deschis”.

În încheierea unei alte scrisori, H. Oberth spunea: „Dv. ați aprins o flacără pe care nu o vom lăsa să se stingă, pînă ce visul cel mai îndrăzneț al omenirii nu va fi îndeplinit”.

În luna iunie 1972, am avut fericita ocazie de a discuta cu H. Oberth la sesiunea jubiliară organizată de Academia R.S. România în onoarea sa. Am ascultat fapte și întîmplări trăite și create de acest om și mi-au rămas impresiile puternice despre un mare savant care după ce a dat — împreună cu alții, bineînțeles — omului „cale liberă spre stele” nu are astîmpăr nici la pensie. A vorbit despre crearea în deceniile viitoare a unor oglinzi uriașe, cu ajutorul cărora va putea fi transformată energia solară în energie electrică și cu ajutorul acesteia se vor putea topi ghețurile polare, vor putea fi iluminate țări întregi, vor fi transformate ținuturile polare în grădini înfloritoare etc.

Cucerirea spațiului, în afara rezultatelor care sînt extraordinare prin inedit și nivelul atins, a antrenat practic toate ramurile științei și tehnicii, a solicitat contribuții din toate domeniile și a dat posibilitate spiritului uman să se regenereze, să se fortifice și să se dezvolte printr-un consum intens de inteligență.

Beneficiile aduse științei și tehnicii, cunoașterii generale, omului în ultimă instanță, sînt numeroase și eunoscute, ele justifică încă o dată afirmația generală că cercetarea științifică nu rămîne datorare — material vorbind — și că ea își împarte generos rezultatele către societate, într-un mod loial, impunînd prin acest mod, noi stimuli pentru dezvoltarea sa neîntrepută și accelerată.

*
*
*

Doresc să fac în continuare unele succinte aprecieri asupra lucrării de față — pe care o consider încă un „episod” și tot inedit al „serialului” pe care de cîțiva ani buni, ni-l prezintă conf. dr. ing.

Florin Zăgănescu, serial, în care se includ — pe lângă un volum impresionant de informații destul de greu de stăpinit în acest domeniu exploziv — și numeroase considerații personale pertinente, la care subscriu în totalitate.

Prima apreciere se referă la faptul că discuția generată de titlul lucrării este astfel condusă încât cititorul ia contact treptat cu problemele inedite ale Cosmosului pentru că i se dă posibilitatea să facă apel la cunoștințele pe care le are despre om ca ființă „exclusiv terestră”;

A doua apreciere este generată de optimismul robust și rafinamentul cu care sînt prezentate, comentate și interpretate complexele fenomene pe care trebuie să le cunoască și să le stăpînească oamenii care activează în spațiul cosmic;

A treia apreciere pleacă de la constatarea că autorul se sprijină pe un mare volum de cunoștințe din domenii conexe profesiei sale, și acest fapt conferă autenticitate și credibilitate considerațiilor personale pe care le face.

Consider că nu este cazul să mărgesc mai mult prezentarea lucrării întrucît cititorul dornic de cunoaștere poate găsi în lectura ei multe răspunsuri la întrebări pe care încă nu și le-a pus.

Apreciez că apariția lucrării, în Editura Albatros, se înscrie pe deplin în Directivele Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1986—1990 și orientările de perspectivă pînă în anul 2000, în care se arată că „Cercetarea științifică românească va participa în mod susținut la eforturile internaționale pentru studii, ... și în domeniul spațial”.

General-maior dr. ing. ȘTEFAN ISPAS

CAPITOLUL 1

NECUNOScutUL COSMOS, ATÎT DE AMPLU STUDIAT!...

Termobarocamera, o încăpere complet etanșă, cu un volum de pînă la zeci de metri cubi și avînd costuri de ordinul milioanei de dolari, în interiorul căreia presiunea și temperatura mediului, cu o densitate reglată, pot varia în limite foarte largi, conform dorinței experimentatorului. Ea servește pentru simularea condițiilor care domnesc în atmosfera înaltă și în Cosmos, în scopul studierii comportamentului organismelor vii și al aparatelor destinate să ajungă pe magistralele spațiului... O asemenea instalație a fost folosită pentru tratarea de „bătrînețe” a circa 5000 volume datînd din secolul al XIX-lea: prin vidare ele au fost „curățate” de 400 l de apă acidulată (provenită din umiditatea atmosferică și din procesul de fabricație în vremea tipăririi lor!), au fost apoi „spălate” cu un gaz special, neutralizant, fiind restituite intacte bibliotecii Congresului Statelor Unite...

(Buletin de informații NASA)

DE FAPT, ÎN CE CONSTĂ ATMOSFERA TERESTRĂ?...

Încă din antichitate oamenii năzuiau să se înalțe în văzduh, zburind asemenea păsărilor, căci ei credeau că atmosfera se întinde fără limite, către Soare și celelalte astre pe care le vedeau strălucind pe cer. Astfel, în legenda despre Dedal și fiul său Icar, se arată că arhitectul Dedal, fiind închis împreună cu fiul său în labirintul din insula Creta de nemilosul rege Minos, spre a-l împiedica să mai facă asemenea construcții minunate și pentru alt rege, a încercat să se salveze pe calea aerului. În acest scop, ingeniosul arhitect construiește, pentru el și pentru fiul său, aripi din pene de pasăre, pe care le-a lipit cu ceară. Apropiindu-se prea mult de Soare, ceara se topește din cauza căldurii, iar imprudentul Icar cade și se înecă în marea numită de atunci „marea icariană”... Tot o dovadă că anticii apreciau oceanul aerian ca fiind fără limite, este și lucrarea *O poveste adevărată*, în care scriitorul satiric grec Lucian din Samosata (125—180 e.n.) imaginează deplasarea în Lună a navei călătorului Odiseu ca urmare a unei furtuni, care a ridicat cu mare forță nava lui Odiseu și a făcut-o să evolueze prin aer: „... eram astfel suspendați între cer și pământ, unde am stat astfel șapte zile și șapte nopți; în cea de-a opta am observat o întindere de pământ, ca o insulă rotundă și strălucitoare. După ce am acostat, am observat că era cultivată și deci locuită, deși nici un locuitor nu se vedea atunci...” Scriitorul grec, chiar dacă și-a intitulat manuscrisul *O poveste adevărată*, a avut prevederea să menționeze în prefața cărții: „... aceste lucruri nu au fost nici văzute, nici încercate de nimeni...”. Cartea lui Lucian din Samosata a fost reeditată în limba greacă de cinci ori, iar însuși astronomul Johannes Kepler (1571—1630) și-a asumat sarcina s-o traducă în latină. Poate sub influența lui Lucian va scrie Kepler lucrarea de anticipație științifică intitulată *Somnium*, tipărită în anul 1631, la un an după încetarea din viață a savantului. Astro-

nomul afirma într-o scrisoare din 1629 că, deși nu este convins că zborul spre Lună va fi posibil pentru om, deoarece *Luna nu are atmosferă* similară cu a Terrei, totuși „... în ziua cînd vom fi alungați de pe Pământ, cartea mea va fi un ghid pentru peregrinii ajunși pe Lună...”. Zborul prin Cosmos se pare că a pasionat, în secolul al XVII-lea, și pe oamenii bisericii: în 1638, episcopul englez Francis Godwin publică *Omul în Lună sau ciudata călătorie a aventurierului spaniol Domingo Gonzales*, în care eroul folosește o sanie-calească foarte ușoară, trasă de... un cîrd de lebede! Alt episcop englez ajunge, în 1655, la a treia ediție a lucrării de anticipație *Descoperirea oamenilor pe Lună*, în care se ajunge pe astrul nopții folosind o căruță foarte ușoară și comodă... Singurul lucru pe care autorul, John Wilkins, îl uită, este motorul acestui vehicul destinat zborului prin cer, către Selena!

*
* *
*

Atmosfera terestră reprezintă un înveliș gazos al Pământului, care se deplasează împreună cu acesta în spațiu, partea sa inferioară participînd efectiv la rotația planetei. De remarcat că masa atmosferei este a milioana parte din cea a planetei, cîntărind totuși 5,3 milioane de miliarde de tone! Și cînd ne gîndim că peste 90% din acest uriaș înveliș gazos, ale cărui limite inferioare ating suprafața planetei noastre, iar cele superioare depășesc 2 000—3 000 km, se găsește în primii 30 km de la sol. Densitatea atmosferei terestre la nivelul mării este de 1,23 kg/m³ sau de circa 10¹⁹ particule/cm³, pentru ca la altitudinea de 1 000 km să scadă la numai 10⁵ particule/cm³, iar la 1 500 km altitudine să fie de circa 10¹⁵ ori mai mică decît la nivelul mării. Împărțirea atmosferei în diferite zone se poate face în raport de mai multe criterii, luînd în considerare temperatura, natura mișcării particulelor ce o compun, ionizarea gazelor componente, compoziția chimică etc., aceasta avînd, evident, un caracter convențional.

Prin atmosferă înaltă se înțelege zona începînd de la altitudinea de 150 km, studiată în prezent cu ajutorul rachetelor astrofizice și a sateliților artificiali; această zonă este cea mai importantă pentru a cărei cunoaștere s-au întreprins studii sistematice, în special în perioada anilor înainte de lansarea în Cosmos a primilor cosmonauți, dar care au continuat, deoarece zborul omului în apropierea Pământului rămîne una dintre cele mai importante activități astronautice ale umanității sfîrșitului de mileniu... To-

tuși, nu se poate abandona cunoașterea atmosferei la altitudini și mai mici, măcar și pentru faptul că la revenirea din spațiu, omul instalat în cabina spațială, traversează, cu viteze cosmice, pătura cea mai densă a atmosferei, unde au loc cîteva fenomene dificile pe care trebuie să le depășească: decelerații și încălziri puternice ale cabinei, întreruperea legăturii radio cu solul etc.

Luind în considerare variația temperaturii cu altitudinea se pot distinge următoarele zone: troposfera, pînă la înălțimea de 10 km, în care temperatura scade cu cîte $6,5^{\circ}$ la fiecare mie de metri; stratosfera, care se extinde cam pînă la 50 km, și în care la început temperatura se menține constantă (223 K) apoi crește ușor, ajungînd aproape de 270 K la limita superioară, în special ca urmare a absorbției de către ozon a radiației ultraviolete solare (stratul cunoscut sub denumirea de ozonosferă, în care concentrația maximă este cam la 35 km); urmează mezosfera, unde temperatura începe să scadă, ajungînd, la 90 km, la numai 185 K. Aici este stratul numit mezopauză, de la care temperatura începe să crească, regiunea fiind în general denumită termosferă și extinzîndu-se la peste 400 km, ajungînd chiar la 500 km altitudine, unde temperaturile mediului pot atinge chiar 1 000 K! Aceasta se explică astfel: datorită micșorării densității o dată cu creșterea altitudinii, ciocnirile dintre componentii atmosferei devin tot mai rare (dacă la nivelul mării liberul parcurs mediu este de $6,6 \times 10^{-8}$ m, el devine 100 km la altitudinea de 500 km și circa 6 000 km la înălțimea de 1 000 km!

Zona atmosferei înalte, în care particulele se deplasează numai sub influența atracției terestre, descriind, în raport de viteza lor, elipse, parabole sau hiperbole, ca niște sateliți microscopici (!), poartă denumirea de exosferă și începe, teoretic, de la 500 km altitudine, unde liberul parcurs mediu este comparabil ca mărime chiar cu altitudinea respectivă! Temperatura în exosferă crește, depinzînd determinant de activitatea solară și geomagnetică precum și de perioada de zi ori noapte. Astfel, în cazul minimului activității solare temperatura este și noaptea de 600 K, putînd ajunge ziua, și în cazul maximului activității solare, la peste 1 000 K! Mai mult, în cazul unor activități solare intense, excepționale, care determină și perturbații geomagnetice, temperatura poate depăși 2 000—2 500 K; în ce privește grosimea exosferei, aceasta depinde de temperatură, ca și compoziția acesteia: la 1 000 km și 600 K predomină atomii de hidrogen, în timp ce la aceeași altitudine, dar la 1 100 K se găsește mai mult heliu, oxi-

genul fiind predominant în cazul menținerii altitudinii, dar la o temperatură de 2 000 K!¹

Studiul frînării sateliților artificiali în atmosfera terestră a pus în evidență variații ale densității și temperaturii exosferei, în raport de activitatea solară. Efectul acestei activități se poate observa urmărind oscilația de 27 de zile a densității și temperaturii exosferei datorită rotației sinodice a Soarelui, prin care regiunile active ale Soarelui (emițătoare de radiații X și ultraviolete), revin la meridianul solar central. Reacția atmosferei înalte la modificările fluxurilor respective de radiații ale Soarelui nu este deloc instantanee, ci se produce în medie după circa 30 de ore. Variația diurnă a densității prezintă maximum la orele 14,4 și minimum la 2,4 dimineața, în timp ce temperatura are maximum la 16,5 și minimum la 4,5 dimineața! Poziția în latitudine a locurilor cu temperatura cea mai înaltă și cea mai coborîtă — în cursul variației diurne — se schimbă cu anotimpul! Se poate observa și o variație a compoziției chimice, care s-a dovedit că nu depinde numai de variația temperaturii; la fel, nu sînt încă elucidate cauzele variației semianuale a compoziției. În schimb, variația anotimp-latitudine a compoziției atmosferei înalte a fost pusă în evidență cu ajutorul unor spectrometre de masă amplasate pe rachete geofizice, precum și folosind sateliții artificiali; astfel, heliul este de circa 10 ori mai abundent iarna decît vara...

Desigur, problema este foarte complicată, dar de ea trebuie ținut seama atunci cînd se calculează traiectoriile prin atmosfera înaltă a navelor cosmice-satelit cu echipaj la bord, deoarece are implicații privind durata de viață a acestor aparate spațiale și, mai ales, corecțiile ce trebuie efectuate, automat sau manual, atunci cînd urmează a se realiza cuplaje cu stații automate științifice (sau cu echipaj), dar care se află de mult timp în spațiu (cazul stațiilor orbitale științifice „Saliut“. Foarte interesante sînt, mai recent, modelele matematice de atmosferă înaltă, la care concurează institute specializate, dotate cu calculatoare electronice din cele mai puternice.

O zonă foarte interesantă a atmosferei înalte o constituie ionosfera, regiune în care predomină atomii și moleculele ionizate

¹ Evident, nu ne referim la temperaturi care ar putea fi măsurate scoțînd, de exemplu, un termometru din... nava cosmică (!), ci este vorba de temperaturi exosferice, corespunzătoare unor densități de particule cu energii înalte, proprii straturilor respective ale ionosferei. În calitate de mărime caracteristică stării ionosferice, temperatura indică viteza medie pătratică a particulelor din acel domeniu al spațiului periterestru.

sub influența radiației ultraviolete solare; limita inferioară a ionosferei este situată la altitudinea unde apare o concentrație suficient de mare de particule electrizate (ioni și electroni). În timpul zilei, limita inferioară a ionosferei coboară la 50–60 km, iar noaptea ajunge la 80–85 km, în timp ce limita superioară atinge exosfera (1 200 km și peste) și, prin extensie, poate fi considerată la 18 000–20 000 km.

Caracteristic ionosferei este numărul N de electroni pe cm^3 , care atinge valori maxime (2×10^5 – 5×10^6) într-o bandă cuprinsă între 250 și 400 km. În funcție de acest maxim se definește ionosfera inferioară și cea superioară; cea inferioară este divizată în mai multe straturi. Stratul D , situat între 50 și 85 km, cuprinde molecule ionizate de oxigen (O_2^+) și oxid de azot (NO^+), gradul de ionizare este scăzut și foarte variabil, iar N este cuprins între 2 000 și 5 000. Reflectate de ionosferă, radioundele medii și scurte sint puternic absorbite de acest strat care, pentru undele lungi joacă rol de strat reflectant. Stratul E , situat între 90 și 120 km, prezintă un prim maxim pentru N (3×10^5), precum și câteva maxime secundare (până la 10^6 electroni/ cm^3); el este constituit în principal din molecule ionizate de oxigen (O_2^+), și oxigen atomic ionizat (O^+). Deasupra se situează stratul F , cuprinzând două substraturi, F_1 și F_2 (cel cu N maxim), care este compus în principal din molecule și atomi ionizați de oxigen ca și din molecule ionizate de azot (N_2^+). În prima parte a ionosferei superioare, de la 300 la 400 km, predomină atomii ionizați de oxigen, dar apar și ioni de heliu, de azot și protoni. Dincolo de 1 200 km, predomină protonii, heliul ionizat reprezentând doar 1–2% din numărul total de ioni. Densitatea electronică scade treptat cu altitudinea, ajungând ca în timp ce la 1 000 km este de 10^5 , la 20 000 km să fie de numai 10 electroni/ cm^3 !

O altă mărime caracteristică stării ionosferei este temperatura, care indică viteza medie pătratică a particulelor din spațiul periterestru. Interacțiunea dintre un vehicul spațial și plasma rarefiată rece depinde de viteza vehiculului și de energia plasmiei, adică de vitezele particulelor componente. Ca și în celelalte regiuni ale atmosferei înalte, și în ionosferă compoziția acestei zone depinde de activitatea solară și de cea geomagnetică; în cuprinsul ionosferei particulele ionizate/electrizate se deplasează pe traiectorii în formă de spirală în lungul liniilor de cîmp magnetic, executînd mișcări de precesie (rotații în jurul unei axe care descrie suprafața laterală a unui con). Ca urmare a acestei precesii, ionosfera se prezintă magnetic ca un mediu anizotrop și birefringent

pentru ioni și electroni, care se deplasează în sensuri opuse. Ionosfera complică procesul de propagare a undelor radio, provocînd polarizări, reflexii duble, fluctuații etc. Deși cunoscută din 1878–1889 și studiată din 1925 cu ajutorul undelor radio, ionosfera este din ce în ce mai bine cunoscută de-abia de la lansările de sateliți artificiali ai Pămîntului. Datele obținute au fost de maximă importanță pentru stabilirea exactă a propagării radioundelor, în special la comunicațiile la distanțe mari și foarte mari, eventual chiar cu sateliții și navele cosmice și stațiile interplanetare. Ca aparate de studiere a ionosferei, se menționează ionosondele, sondele pentru determinarea concentrațiilor de electroni (numite și sonde Langmuir), spectrometrele de masă, sondele de plasmă, riometrele etc. În general, o ionosondă montată pe un satelit de cercetări științifice privind caracteristicile ionosferei cuprinde un emițător cu impulsuri de înaltă frecvență, un receptor, un indicator al fluxurilor de electroni, dispozitive de sincronizare și de etalonare, un generator de comandă, surse de energie etc.

DE UNDE ÎNCEPE, DECI, COSMOSUL?

Din cele de mai înainte s-a văzut cît de amplă și diversificată este mantaua gazoasă care înconjoară, ca un briu tot mai rarefiat în înălțime, planeta noastră. De fapt, pentru omul obișnuit atmosfera este reprezentată de sediul vînturilor și al norilor, al ploilor și al cețurilor, neinteresîndu-l aproape de loc ce se petrece la marile altitudini, unde se ridică aeronavele cu reacție. Din contră, pe pilotul acestora îl preocupă doar acea parte a atmosferei care se întinde pînă la altitudini de cel mult 35 km, pînă unde are și tabele de date ale atmosferei așa-numite standard; de acolo mai departe el nu mai este interesat, avioanele zburînd cel mult la asemenea altitudini, și nu toate, ci doar cele experimentale!

Dacă pentru cei care organizează expediții pe munți deosebit de înalți (Himalaya, de exemplu), de o deosebită însemnătate este cunoașterea atmosferei pînă la altitudini de 8 000–9 000 m, în schimb pe fizicienii și meteorologii care analizează fizica atmosferei înalte îi preocupă fenomenele ce se desfășoară la înălțimi de 30–200 km. De fapt, pînă acum un sfert de secol, se aprecia că straturile gazoase atmosferice nu ar depăși 800–1 000 km altitudine;

a trebuit să se intre în era rachetelor și a sateliților artificiali pentru a pătrunde numeroasele taine ale atmosferei, ale cărei granițe superioare au fost mult deplasate în înălțime.

Și totuși, de unde începe Cosmosul? Din punct de vedere al dreptului internațional aeronautic, suveranitatea unui stat se exercită, evident desupra teritoriului statului respectiv, pînă la înălțimea de 150 km¹; mai mult, reglementările în vigoare în Statele Unite acordă statutul de astronaut oricărui pilot de avion experimental care a depășit în zbor verificat prin aparate, altitudinea de 90 km! Deci Neil Armstrong și ceilalți piloți de la baza aeriană Edwards a forțelor aeriene militare americane, care se antrenau pe avionul hipersonic² X-15 pentru a cunoaște calitățile primului planor cosmic, „erau“ deja astronauti înainte ca Gagarin sau Glenn să se fi avîntat pe orbite de satelit artificial al Terrei!...

Atmosfera înaltă cuprinde fenomene din cele mai diverse și multe dintre ele, așa cum s-a putut vedea, sînt prea puțin cunoscute de marele public; piloții cunosc o serie de secrete ale acesteia și, mai ales, cum se „apără“ de cei care vor să-i „smulgă“ secretele fără a fi înarmați cu cunoștințele științifice și mijloacele tehnice necesare.

Se poate aprecia că spațiul cosmic, sau Cosmosul cum se mai numește, începe de acolo de unde se sfîrșește atmosfera înaltă? Desigur, o întrebare logică și am fi îndrituiți și chiar îndemnați oarecum să răspundem afirmativ la ea; dar, dacă am încerca să dăm o definiție Cosmosului, ar trebui să facem următoarea afirmație: se înțelege prin Cosmos acel spațiu care se întinde dincolo de limitele atmosferei terestre și care este caracterizat prin lipsa atmosferei (așa cum se cunoaște din aeronautică), existența radiațiilor emise de Soare și provenite din adîncimile Universului, existența a numeroase cîmpuri de forțe electrice, magnetice, gravitaționale etc. Or, din această definiție, desigur incompletă, rezultă că unele din proprietățile Cosmosului le întîlnim și în interiorul atmosferei înalte a Terrei, unde s-a menționat existența diferitelor radiații, a plasmelor din particule ionizate, a diferitelor cîmpuri de forțe, a vidului destul de înăntat etc. Astfel încît, încă înainte de a ieși din limitele acceptate astăzi pentru granița atmosferei înalte, omul-astronaut are deja de făcut față pericolelor proprii zborului cosmic!

¹ Există tendința unor organisme statale de a încerca coborîrea acestei limite la 100 km.

² Cu viteze de 5 ori superioare celei de propagare a sunetului pentru o anumită altitudine de zbor.

Dacă pătrunderii tot mai adînci în oceanul aerian i-au fost dedicate viețile pionierilor aeronauticii, fie ei piloți ori constructori de aeronave, oameni de mare curaj și înaltă competență profesională, totuși pionierii zborurilor cosmice au fost mult mai de admirat. Cauza? Oceanul aerian, atmosfera, părea totuși mai accesibilă omului, era oarecum mai apropiată, ca mediu în care omul s-a născut și s-a dezvoltat generație după generație; în schimb profunzimile Cosmosului, ceea ce este „dincolo“ de granițele atmosferei, trebuie să fi provocat totdeauna, chiar celor mai îndrăzneți, un sentiment de teamă, teama față de necunoscut, un domeniu pe care nimeni nu l-a pătruns, în care desigur domnesc pericole din cele mai necunoscute... Oare ce o fi simțit cosmonautul Leonov atunci cînd a ieșit în afara pereților protectori ai cabinei navei „Vostok“, „pășind“ în neant? Cum au raționat constructorii cabinelor cosmice care i-au purtat pe orbită pe Gagarin și pe Glenn, precum și pe urmașii lor la comenziile astronavelor, atunci cînd au proiectat un vehicul care trebuia să ajute pe un pămîntean să zboare în „necunoscut“ și să revină teafăr de acolo?!?...

Visul omului de a zbura s-a împletit în ultimii zeci de ani cu cel de a atinge profunzimile Cosmosului, de a cunoaște „Necunoscutul“, spațiile unde domnesc vidul și radiațiile ionizante, unde accelerațiile (pozitive și negative) depășesc tot ce a încercat vreodată vreun pămîntean pe scoarța planetei natale, unde „pîndesc“ cîmpuri de forțe necunoscute sau goluri negre cu efecte mortale, unde particule meteoritice, călătorind cu sute de mii de km pe oră, pot provoca avarierea sau chiar distrugerea celei mai sofisticate și protejate cabine cosmice...

Și totuși, pentru acest măreț țel au trăit și lucrat întreaga lor viață, Konstantin Tîolkovski și Hermann Oberth, Robert Goddard și Ari Sternfeld, Alexandru Ciurcu și Robert Esnault-Pelterie, Hermann Ganswindt și George Bothezat, Ivan Mescerski și Eugen Sänger, Friedrich Tander și Theodore von Karman, Serghei Korolev și Wernher von Braun, Max Valier și Mihail Tihonravov, Rolf Engel și Frank Malina, George Pendray și Louis Damblanc, Luigi Crocco și Alexandre Annanof, Walter Hohmann și Johannes Winkler, Nikolai Rinin și Nicolae Vaideanu...

Approape toți savanții menționați anterior s-au preocupat, cu mare atenție, de caracteristicile atmosferei înalte, de modul de zbor în afara atmosferei, de proprietățile și caracteristicile Cosmosului apropiat și ale celui îndepărtat. De fapt, cele două noțiuni nu sînt destul de bine precizate, nici în actualele tratate privind astronautica, ele nefiind elucidate (se apreciază că prin Cosmosul

apropiat trebuie avut în vedere domeniul din spațiu unde se măi manifestă atracția gravitațională a Terrei, suficientă pentru a fi luată în considerație atunci când se calculează traiectoriile vehiculelor spațiale orbitale sau planetare).

Cunoașterea Cosmosului, pătrunderea omului tot mai adânc în profunzimile acestuia, au fost țelurile celor care au militat pentru zborul omului în afara atmosferei terestre. „... Pământul nu este unicul sediu al vieții. În sistemul nostru metagalactic există sute de milioane de galaxii, iar fiecare galaxie poate fi formată din miliarde și sute de miliarde de stele. Chiar și în Galaxia noastră, care cuprinde aproximativ 150 miliarde de stele, pot exista sute de mii de planete pe care să existe viață...“ Cu aceste profetice cuvinte se încheie ediția din 1961 a cunoscutei lucrări *Viața în Univers*, elaborată de savanții sovietici A.I. Oparin și V.G. Fesenkov, oameni de știință care au contribuit determinant la analiza pe baze științifice a fenomenului care constituie rațiunea existenței astronauticii: posibilitatea vieții și a activității omului în Cosmos!...

DECOMPRESIUNEA, UN PERICOL CUNOSCUȚ DE... 300 DE ANI!

Se poate spune că primul pericol este întâlnit de omul în drum spre marile înălțimi, încă de la ridicarea sa la modesta altitudine de... câteva mii de metri! Organismul uman este deja amenințat de anoxie, de când omul se urcă pe un munte mai înalt de 3 000—4 000 m și, așa cum a arătat în studiile sale dr. Paul Bert, „răul de altitudine“ este provocat de scăderea presiunii parțiale a oxigenului din aer, ceea ce antrenează, la rândul ei, diminuarea cantității și a presiunii acestui gaz vital în sînge... Se știe că, deși proporțiile gazelor componente din aer (78% azot, 21% oxigen și 1% gaze rare) rămân aceleași în altitudine, totuși pe măsură ce aceasta crește, aerul devine tot mai rarefiat; în ce privește presiunea barometrică, dacă este de 760 mm col. Hg la nivelul mării, ea va scădea la 50% la înălțimea de 5 500 m, apoi ajunge la numai un sfert la 10 400 m, respectiv la 1/10 la 16 km altitudine; începînd de la înălțimea de 30 000 m presiunea barometrică se măsoară în... micrometri! Deci, deși teoretic atmosfera terestră se întinde pînă

la 3 000—4 000 km, peste 90% din imensul volum al învelișului gazos al „minunatei planete albastre“ (cum au denumit călătorii cosmici planeta Terra, de la culoarea predominant albastră văzută din spațiu) este concentrată într-un strat subțire de numai... 30 km!

Medicii cunosc — de altfel ca și piloții care se antrenează la barocameră pentru viitoarele zboruri-record stratosferice — că inspirația devine, teoretic, imposibilă începînd de la altitudinea de 15 200 m, unde presiunea barometrică a mediului gazos atmosferic este egală cu cea a gazului din alveolele pulmonare; desigur, dificultățile de respirație apar mult mai devreme, respectiv la altitudini mult mai mici, conducînd în final la pierderea cunoștinței și chiar la decesul imprudentului care nu și-a asigurat mijloace artificiale de respirație. Observarea suportării fenomenelor aferente lipsei de aer la diferiți subiecți a evidențiat rezistența diferită a unora față de ceilalți, faptul că oamenii care s-au născut (și locuiesc) în zonele montane sînt mai rezistenți decît cei rezidenți la șes, dar și faptul că se poate cîștiga un grad tot mai ridicat de adaptabilitate prin antrenament special. Aceasta este și părerea antrenorilor de diferite discipline sportive, care au putut să aprecieze concret eficiența unor asemenea antrenamente atunci cînd au avut de pregătit loturi ale sportivilor destinați să suțină campionate în regiuni situate la altitudine.

Primul care a descris simptomele „bolii de înălțime“ a fost călugărul iezuit José d'Acosta care, la finele secolului al XVI-lea dedica aceste rinduri călătoriei interesante, dar și periculoase, pe unul din cele mai înalte virfuri ale munților peruani — Paricaca: „... Am fost prins de astfel de dureri, de sîngerări și vomismente, încît am crezut că-mi voi da sufletul. Am ajuns chiar să pierd sînge pe gură. Sînt sigur că dacă acel rău ar fi durat, aș fi murit cu siguranță...“ Între 7 500 și 8 000 m orice organism normal, chiar și antrenat pentru ascensiuni la altitudini ridicate, suferă de pierderea cunoștinței, apoi urmează decesul, la scurt interval. Pericolul este cu atît mai mare cu cît „boala de altitudine“ apare fără vreo pregătire anterioară; mai mult chiar, primele simptome fiind de euforie. Și aici primul care a făcut o descriere a fost tot un călător celebru: este vorba de aeronautul și constructorul de dirijabile Gaston Tissandier (1843—1899), singurul supraviețuitor al tragicei expediții din 1875, efectuată într-un balon-stratostat împreună cu aerostierii Crocé-Spinelli și Sivel, ambii morți în urma anoxiei. Tissandier își amintește despre brusca stare de euforie,

de fericire interioară, care l-a cuprins deodată, înainte de a cădea în starea de inconștiență.

„Euforia de altitudine“ a fost suportată de mai mulți piloți în perioada aviației eroice a anilor 1910—1914, care descriau starea de autoîncredere și veselie deosebită ce-i cuprindea, făcându-i fie să execute figuri acrobatice din cele mai periculoase și greu de imaginat, fie să piardă chiar controlul aparatelor pe care le pilotau. Unul din primele studii sistematice privind comportarea psihică a piloților supuși în barocameră, la diferite stadii de decompresiune, a fost efectuat în timpul celui de-al doilea război mondial, la baza aeriană Farnborough a forțelor aeriene regale britanice, de medicul militar R. Maycock; acesta a descris fenomenele care însoțeau coborîrea presiunii în barocameră asupra piloților testați pentru rezistența lor la fenomenele ce însoțeau „răul de altitudine“. Unii manifestau o exuberanță neobișnuită și, evident, fără motiv, alții manifestau stări de violență, izbucnind brusc în invective cu sau fără adresă, și așa mai departe, toți sfîrșind într-o stare de slăbiciune generală și progresivă, imposibilitatea de a mai raționa și, imediat după aceasta, o stare bruscă de inconștiență.

Evident, în perioada de pregătire a primelor zboruri stratosferice și, în special, a celor cosmice, a fost pusă la punct și o tehnică avansată privind urmărirea fenomenelor din sofisticatele termobarocamere moderne. Organismul piloților supuși treptat testelor de decompresiune, cu sau fără simularea fenomenelor termice ce însoțesc zborurile în atmosfera înaltă sau în spațiul cosmic, găzduiește numeroși captatori și senzori ai funcțiilor vitale, care sînt înscrise sub formă de diagrame, pe ecrane catodice, sau apar sub forma zecilor de mii de valori numerice, înregistrate pe diferite tipuri de memorii, evidențiind medicilor ce se petrece secundă cu secundă în termobarocameră. Asemenea tehnici au permis simularea condițiilor care apar pînă la altitudini-record de 240 km (!), deși esențial pentru organismul uman este pragul cuprins între 3 000 și 5 500 m, unde apar primele tulburări, în special la nivelul cerebral, acolo unde se află celule care au nevoie vitală de oxigen și care anunță imediat lipsa acestui „gaz al vieții“ atît de necesar pentru componentele sistemului nervos central... Diminuarea progresivă a capacităților intelectuale, a capacităților de percepție, incapacitatea de a mai distinge culorile, scăderea acuității vizuale, dificultăți de raționament, deformarea scrierii și chiar erori față de cea mai elementară gramatică sau aritmetică, evidențiază apariția și instalarea acestei grave maladii, iar dacă

experimentul nu ar fi dozat și urmărit continuu, ar putea provoca chiar moartea subiectului asupra căruia se efectuează experiențele respective...

Atît pentru piloții de avioane cu reacție destinate să evolueze la altitudini ridicate, cît și pentru cei din navele cosmice este deosebit de important să se cunoască simptomatologia „boli de altitudine“, dar și mai important este de a ști rezerva de timp util pentru a putea lua măsuri de protecție, acel așa-numit „timp al conștiinței utilizabile“. Astfel, în cazul unei decompresii bruște a cabinei cosmice, spre exemplu datorită perforării pereților acesteia de către un micrometeorit, călătorii cosmici nu au la dispoziție decît un timp foarte scurt pentru a-și salva viețile... Desigur, aceasta este complet insuficient, deoarece pentru a îmbrăca greoaiele costume de scafandri spațiali se cer mai multe minute chiar pentru astronautii bine antrenați la sol. Ce este de făcut, pentru a nu se repeta tragedii ca aceea în care și-au pierdut viața echipajul navei cosmice „Soiuz 11“ (iunie 1971)? S-au propus mai multe soluții, unele privind organizarea structurală a pereților cabinei spațiale, astfel încît orice perforare să fie automat și instantaneu închisă, precum și prin creșterea rezervei de timp util datorită unui antrenament efectuat la sol. S-a propus și utilizarea unor „saci“ din material plastic special în care, în caz de decompresie a cabinei spațiale, fiecare membru al echipajului se „închide“ pentru a-și putea îmbrăca în 2—3 minute scafandrul său spațial...

În afara efectelor mai sus menționate, reducerea presiunii barometrice produce încă un periculos fenomen fizic: aeroembolia: spre deosebire de oxigenul în exces care poate fi fixat de oxidul de carbon (și el în exces în cazul presiunilor prea reduse), azotul este un gaz neutru și, ca urmare, se va degaja sub formă de bule, provocînd grave tulburări ale căilor circulatorii. Acest fenomen devine evident încă de la altitudini de circa 9 000 m, primele studii fiind efectuate asupra sa din anul 1940.

Omul în drum spre marile altitudini este, începînd de la înălțimea de 19 000 m, pîndit de un pericol și mai mare: deoarece presiunea barometrică este acum de circa 46—48 mm col. Hg, lichidele încep să fiarbă spontan de la temperatura de... 37°C, care este chiar temperatura normală a corpului uman! Se petrece un fenomen de-a dreptul groaznic, singele începînd să fiarbă și să provoace spargerea învelișului corpului uman... Nu se cunoaște decît un caz, acela al unui pilot american care a pătruns în cabina baro-

camerei doar cu masca de oxigen, dorind să experimenteze singur pînă la ce altitudine poate rezista...

În perioada pregătirii zborului omului pe Lună, medicul H. von Beckh din Statele Unite publică în câteva articole rezultatele experimentelor efectuate cu ajutorul animalelor (cimpanzei supuși timp de 5—20 secunde la vid înaintat, care și-au revenit după reanimare, fără perturbări funcționale ireversibile!), pentru posibilitatea creșterii rezistenței organismului uman la decompresia bruscă („explozivă“).

Deoarece între 20 000 și 35 000 m este concentrat învelișul de ozon al Terrei (ozonosfera, care constituie protecția față de radiația ultravioletă a Soarelui), dincolo de 35 000 m trebuie deci luate precauții noi!...

Se cunosc proprietățile toxice ale ozonului, dar nu despre aceasta este vorba: așa cum vaporii de apă constituie un fel de barieră în calea radiației infraroșii solare, tot astfel stratul de ozon stratosferic, cuprins între altitudinile care constituie limitele superioară și inferioară ale ozonoferei, participă activ la proprietățile filtrante ale atmosferei, reprezentînd cea mai eficientă stavilă în fața radiației ultraviolete solare, care altfel ar fi de peste zece ori mai intensă decît la nivelul mării! Ca urmare, atît piloții de avioane supersonice, cît, mai ales, cei din navele cosmice, trebuie dotați cu costume și căști special construite spre a realiza această necesară protecție la radiația solară...

Este interesant faptul că fenomenul de absorbție al radiației ultraviolete de către stratul de ozon (care, de fapt, depășește altitudinea de 35 km, extinzîndu-se pînă la 55 km!), a fost și el descoperit cu mult înainte de a se vorbi de avioane supersonice sau, mai ales, de rachete și nave cosmice satelit: el a fost pus în evidență în anul 1880, prin descoperirea benzilor lui Hartley, cuprinse în spectrul solar între lungimile de undă corespunzătoare la 0,21 și 0,32 micrometri. În ozonosferă temperatura prezintă un maxim local (circa 0°C), corespunzătoare concentrației maxime a ozonului (deci pe la altitudinea de 35 km), care determină încălzirea mediului. Formarea ozonului în atmosfera înaltă constituie un proces reversibil, care poate fi influențat, în special prin poluarea ozonului de către produsele de ardere ale motoarelor cu reacție, de erupțiile solare, de exploziile nucleare și, deși ar părea de neînțeles, de freonul cu care sînt umplute majoritatea sprayurilor care se consumă în cantități excepțional de mari în prezent pe Terra!

ATENȚIE! PERICOL METEORITIC...

În 1984 s-au împlinit 120 de ani de cînd astronomul A.S. Herschel, folosind un binoclu prevăzut cu prisme, a observat spectrul urmei luminoase a unui micrometeorit, atît de strălucitoare încît i s-a acordat magnitudinea zero! Au trebuit să treacă 33 de ani pentru a se introduce studiul meteorilor prin intermediul spectrografiei și apoi încă 55 de ani pentru obținerea primelor spectrograme în infraroșu!

Ceea ce popular se cunoaște sub denumirea de stea căzătoare, este de fapt un *meteor*, fenomen luminos văzut pe cer sub forma unei urme strălucitoare, lăsată de trecerea rapidă prin atmosfera înaltă, la altitudini cuprinse între 80 și 125 km, a unei particule meteoritice (sau micrometeoritice), provenind din profunzimile Cosmosului. Fenomenul poate fi sporadic sau colectiv, ceea ce poartă denumirea de curenți sau roi meteorici; în acest ultim caz, traiectoriile componentelor par să converge, datorită unui efect de perspectivă, într-un punct denumit radiant, de coordonate asociate stelei (sau cometei) în dreptul căreia este situat pe cer respectivul roi. În realitate, particulele componente ale roiului meteoritic se deplasează pe orbite paralele și tot pe asemenea traiectorii intră și în atmosfera terestră înaltă, viteza lor aparentă fiind obținută din compunerea vitezei lor pe orbită cu aceea a Terrei (întrucît Pămîntul evoluează pe orbita circumsolară cu 30 km/s, iar la nivelul Pămîntului viteza parabolică față de Soare a meteorului este de 42 km/s, rezultă că viteza micrometeoritilor la pătrunderea în atmosfera terestră este cuprinsă între 12 și 72 km/s!).

Cei mai strălucitori meteori sînt în general însoțiți de o diră luminoasă pe cerul nocturn, ce prezintă uneori chiar scinteieri, care poate fi urmărită timp de câteva secunde sau de minute. Observațiile prin radar furnizează concomitent viteza și altitudinea meteorului urmărit. După strălucirea produsă de urma unui meteor pe bolta cerească se poate determina energia cinetică a acestuia în momentul intrării în atmosfera terestră, presupunînd că o anumită fracțiune din aceasta se transformă în radiație luminoasă.

Cunoscînd viteza meteorului, din expresia energiei cinetice se poate deduce cu ușurință masa acestuia care, pentru cea mai mare parte a micrometeoritilor este de numai câteva miligrame; în același timp, densitatea acestor particule este de ordinul a 0,3

g/cm³, iar diametrele lor sînt cuprinse între 0,1 și 100 micrometri. Traectoria meteorilor în atmosfera terestră se determină fie prin fotografieri simultane de către două stații terestre, fie cu ajutorul radioecoului semnalelor unui radar care emite unde centimetrice ce se reflectă atunci cînd întîlnesc urma unui meteor. Eficiența metodei radar rezultă din faptul că într-un interval de cinci ani au fost detectați prin metode optice circa 10 000 de meteori, în timp ce prin metoda radar, aproximativ... 7 milioane!

Desigur, energia acestor componente, chiar și foarte mici, este foarte ridicată, datorită vitezelor lor apreciabile: o particulă de micrometeorit cu diametrul de 6 mm este capabilă să perforzeze o placă de aluminiu avînd grosimea de 100 mm! Asemenea micrometeoriti sînt extrem de rari, calculele demonstrînd că o navă cosmică cu diametrul de 1,5 m, care ar evolua pe o orbită ipotetică la altitudinea de 100 km, are probabilitatea de a se ciocni de un micrometeorit de 1—2 mm o dată la... 100 de ani! Deci, „ploile de stele”, care aduc pe Terra zilnic între 5 000 și 10 000 t de pulbere cosmică (!), nu par a fi cele mai periculoase, ele întîlnindu-se foarte rar cu sateliții și navele cosmice cu echipaj la bord. Totuși, în afara eroziunii meteoritice, exercitată în special asupra obiectivelor aparaturii optice și a hublourilor cabinelor spațiale, micrometeoriti își fac din cînd în cînd simțită o prezență deloc de neglijată; astfel, două emițătoare ale satelitului „Explorer-III” (1958) au fost deteriorate atunci cînd acesta a avut „ambitia”, în luna mai, să traverseze roiul aquaridelor! La fel, savanții sovietici au anunțat că întreruperea bruscă, la finele lunii octombrie 1959, a legăturii radio, cu stația automată „Luna 3” (care a fotografiat fața invizibilă de pe Pămînt a Selenei), a coincis cu traversarea de către respectivul robot spațial a roiului meteoric al orionidelor... Asemenea întreruperi ale legăturii radio cu o navă cosmică cu echipaj la bord, este evident că ar putea avea urmări din cele mai grave, mai ales dacă locul producerii lui, din punct de vedere al traiectoriei navei, se găsește în apropierea unui astru cu cîmp gravitațional important... Există și o experiență în acest sens, evident în cazul unei stații automate și nu al unei nave cu echipaj: stația „Mariner IV” care, la 14—15 iulie 1965 a transmis primele fotografii ale solului marțian, luate de la mică depărtare (9 850 km) de planetă, a fost distrusă la 10 decembrie 1967 atunci cînd a întîlnit un roi de meteoriti mici, dar avînd impresionante viteze de 130 000—240 000 km/oră! Este și mai îngrijorător faptul că acest important roi meteoric nu a putut fi detectat în prealabil, unii astronomi susținînd chiar că micrometeoriti din spațiul in-

terplanetar (avînd dimensiuni cuprinse între 0,5 și 200 micrometri) s-ar deplasa totuși cu viteze mici, astfel încît le-ar trebui, pentru a parcurge 1000 km, cam... o lună!

Deși probabilitatea ca un asemenea accident să se repete este foarte mică, în nici un caz nu poate fi subestimată și neglijat pericolul meteoritic. Principalele roiuri meteorice sînt bine cunoscute, Pămîntul întîlnindu-le în mișcarea sa periodică mereu în aceleași zone, iar maximul lor de activitate situîndu-se într-o anumită perioadă de timp bine precizată. Astfel, curenții meteorici poartă chiar denumirea constelației, stelei sau chiar a cometei în dreptul căreia este plasat astronomic radiantul lor.

Studiul curenților meteorici, început de pe timpul cunoscutului astronom G. Schiaparelli (1835—1910), care a descoperit legătura dintre roiul meteoric al perseidelor și cometa 1862—III, a continuat mereu, astfel încît se cunosc perfect traiectoriile, maximul de activitate, viteza, radiantul și chiar numărul de meteori pe unitatea de timp, pentru numeroase roiuri meteorice. Spre exemplu, leonidele, asociate cometei Tempel, au maximul de activitate la 16 noiembrie, implică circa 10 000 meteori la fiecare oră, particulele evoluînd cu o viteză de 72 km/s! Mai dese, giacobinidele, asociate cometei Giacobini-Zinner, formează un roi în care numărul micrometeoritelor luminoși, detectați prin mijloace radar, a ajuns să depășească 20 000 particule! Viteză de peste 60 km/s posedă următoarele roiuri meteorice: aquaridele, perseidele, orionidele, leonidele; cele mai multe roiuri meteorice au viteze cuprinse între 30 și 40 km/s: virginidele, quadrantidele, cetidele, arietidele, tauridele (draconidele), geminidele și ursidele. Cercetările s-au extins și asupra naturii micrometeoritelor care formează curenții meteorici; astfel, ei au natura pietroasă sau feroasă, la altitudinile cuprinse între 100 și 120 km, cei feroși fiind de regulă mai numeroși și cu viteze de evoluție mai mari.

Din observațiile spectrale s-a putut stabili că meteoriti feroși, care evoluează cu 60 km/s la altitudinea de 120 km, ating o temperatură de incandescență abia cînd sosesc la altitudinea de 100 km, unde ajung la peste 2 500°C! În schimb meteoriti pietroși ating aceeași temperatură de incandescență, evoluînd la altitudinea de 100 km, doar prin simpla traversare a acestei zone cu 15 km/s! Fenomenul este reprodus, în cazul micrometeoritelor pietroși compacți, atunci cînd aceștia ating viteza de 30 km/s. Desigur, aceste studii extrem de interesante pentru stabilirea na-

turii și comportării micrometeoritilor din roiurile meteorice sint de natură a atrage atenția asupra pericolului meteoritic ce-l prezintă Cosmosul pentru navele pilotate.

SÎNTEM PE FUNDUL UNUI OCEAN DE RADIATII

Dacă în vechime se credea că atmosfera și cerul albastru se întind pînă la stelele strălucitoare, după memorabila experiență efectuată de J. Périer, la sfaturile lui Blaise Pascal (1623—1662), cînd a constatat (1648), urcîndu-se cu aparatele sale în virful muntelui Puy de Dôme că presiunea atmosferică scade cu altitudinea, lumea științifică a căzut în cealaltă extremă, susținînd ideea vidului total care domnește în spațiul interplanetar.

Deși Cosmosul păstrează încă numeroase taine, astăzi se cunoaște bine faptul că el este departe de a fi vid; astronomii au descoperit și fotografiat nori formați din atomi de hidrogen, aglomerări de pulbere cosmică, radiații electromagnetice de diferite lungimi de undă, fluxuri de particule elementare mai mult ori mai puțin grele, ale căror traiectorii depind substanțial de cîmpurile magnetice care provin de la diferite corpuri cerești... Dintre toți acești... locatari ai Cosmosului, rețin deosebit atenția radiațiile ionizante, deoarece ele sint în mod particular periculoase pentru astronauti. Apreciem că este aici necesar să se prezinte cîteva noțiuni fundamentale pentru înțelegerea fenomenelor.

Prin radiație cosmică se înțelege acea radiație corpusculară și electromagnetică de energie ridicată, provenind fie din profunzimile Cosmosului — radiația cosmică primară —, fie produsă prin interacțiune a primeia cu componenții atmosferei terestre (radiație cosmică secundară). Radiația cosmică primară conține particule electrizate (protoni, nuclee de heliu și de alte elemente ușoare) avînd energii de la 10^9 la 10^{20} eV, ele fiind de o deosebită însemnătate în cercetarea astrofizică și pentru zborurile cosmice interplanetare.

Radiația cosmică secundară, detectată în interiorul atmosferei terestre, ia naștere la impactul radiațiilor cosmice primare cu particulele componente ale atmosferei; ea este compusă din o

componentă „dură“, bogată în mezoni *miu* de energie ridicată, care pot ajunge chiar pînă la suprafața Terrei (și chiar să străbată un strat de apă gros de 1 km!) și o componentă „moale“, mult mai puțin pătrunzătoare, formată din mezoni *pi*, care se dezintegrează repede în cuante de energie gamma. Mai departe, procesul de evoluție al acestor cuante implică formarea perechii electron-pozitron, care constituie componenta electromagnetică a acestei radiații. Sub acțiunea radiației cosmice primare se formează și componenta nucleonică a radiației secundare; aceasta este compusă din protoni și neutroni cu energii mari. Radiația cosmică de energie redusă apare în special cînd sint erupții cromosferice solare; acestea sint fenomene grandioase, de tip exploziv, care se produc în zonele active ale cromosferei, stratul de la suprafața astrului zilei, avînd o grosime de circa 10 000 km și care, în timpul eclipselor totale de Soare se poate vedea ca un cerc roșu... Temperatura în această regiune începe de la 4 500° la granița cu fotosfera și poate atinge cîteva zeci de mii de grade la partea superioară. Erupțiile solare se manifestă prin creșterea bruscă a strălucirii unei mici porțiuni din cromosferă, timp de cel mult o oră, provocînd emisii intense de unde radio și raze X, precum și puternice fluxuri de radiații (protoni, electroni), inclusiv accelerarea unor particule la viteze relativiste (din aceste motive nici nu există încă o teorie unitară pentru erupțiile solare). În ce privește radiația cosmică de mare energie, există suficiente date cum că ea ar proveni ca urmare a exploziilor stelelor ajunse în stadiul de supernove (stare explozivă, în care steaua explodează chiar, ajungînd la străluciri de 100 de milioane de ori mai mari decît cea inițială (!) și expulzează în Cosmos majoritatea materiei sale constitutive); în Galaxie se cunosc trei cazuri de supernove: cea din anul 1054, din actuala nebuloasă a Crabului, supernova astronomului Tycho Brahe (1546 — 1601), în anul 1572, în constelația Cassiopeea și supernova lui Johannes Kepler, în 1604, în constelația Ophiucus (în alte galaxii au fost observate peste 300 de supernove, admitîndu-se, că, într-o galaxie, o supernovă apare odată la 50 — 300 de ani). Protonii rezultați din explozia unei stele supernove pot ajunge la accelerații corespunzătoare unor energii de 10^{21} eV! Date încă neelucidate par să ateste că acea componentă protonică a radiației cosmice primare ar avea origine extragalactică, unii astrofizicieni enunțînd și ideea că pot apare asemenea radiații prin rotația... pulsarilor! Pulsarii, misterioase obiecte cerești emițătoare de radiunde sub formă de impulsuri periodice foarte scurte, apreciate ca fiind rămășițe ale supernovelor

explodate, produc radiounde prin așa-numitul „mecanism-far“, zonele răspunzătoare de aceste emisii venind periodic pe o direcție către sistemul nostru solar...

Radiațiile ionizante își au numele de la faptul că la traversarea materiei, ele smulg electronii din învelișul atomilor loviți, producând astfel ioni pozitivi și negativi; prin acest fenomen ele produc efecte distrugătoare asupra celulelor organismelor vii. Ca unitate de măsură frecvent folosită este rad-ul¹ (Radiation Absorbed Dosage — Doza de radiație absorbită), care corespunde la 1,12 roentgeni și care exprimă doza fizică efectiv absorbită de asemenea radiații. Cei care lucrează în domeniul medicinei și biologiei spațiale sînt interesați în cercetarea, în primul rînd, a nocivității radiațiilor ionizante, ceea ce depinde în mare măsură de natura acestora. Ca urmare, s-a convenit să se calculeze cantitatea de energie pe care o radiație este susceptibilă s-o piardă la traversarea țesuturilor vii, iar aceasta în primul rînd pentru a se stabili doza de eficacitate biologică relativă (EBR) numită și factorul de calitate, care permite detalierea pericolului radiobiologic.

Cunoscîndu-se doza absorbită (rad) și mai sus menționata eficacitate (EBR)², proprii unei anumite radiații, în final se poate exprima efectul biologic al radiației printr-o nouă unitate de măsură, este vorba de *rem*, de la inițialele cuvintelor din limba engleză „Roentgen Equivalent Man“ (echivalentul în radiații X pentru om).

Acțiunea exercitată de radiații asupra organismului uman este foarte variabilă, după cum este vorba în principal de o doză unică sau de o doză recepționată în mai multe etape, sau de o iradiere totală a corpului, ori de una locală... Spre a fixa ideile, s-a admis pentru personalul care lucrează în zone expuse constant acțiunii unor asemenea radiații, că doza tolerată este de cel mult 5 rem/an. Recepționarea unei doze unice de 25 rem afectează aparatul circulator și sistemul nervos central; o doză de 100 rem provoacă afecțiuni mult mai grave, cu reminiscențe și oboseală deosebit de mari, 200 rem determină leziuni interne dure, iar doza de 300 rem se apreciază că este fatală, efectul letal putînd să apară chiar la doze mai mici.

Pentru a aprecia care este pericolul de radiații la care se expun astronauții, trebuie arătat că la altitudinile curente unde evolu-

¹ 1 rad = 10^{-2} J/kg = 100 erg/g = $6,24 \times 10^7$ MeV/g.

² D. Prunariu sugerează a se folosi pentru determinarea acțiunii biologice a radiației mixte, o doză echivalentă măsurată în remi și dată de produsul dozei absorbite (razi) și factorul de calitate.

ează navele cosmice cu echipaj uman (220 — 350 km), pericolul principal este reprezentat de radiația cosmică primară; la aceste înălțimi, în mod curent, cu ajutorul rachetelor de sondaj și a sateliților de observații științifice, s-a stabilit că, fluxul de particule încărcate care sosesc cu energii ridicate din profunzimile Cosmosului conțin în principal protoni (93%), particule alfa (6,3%) și particule grele (circa 0,7%) care, deși puține, sînt foarte periculoase; desigur, așa cum s-a arătat, radiația cosmică primară depinde de latitudine, perioada de zi sau noapte etc. În aceste condiții, un cosmonaut care evoluează pe orbită timp de un an (și am văzut că sînt cosmonauți care au cumulat sau au și depășit 360 de zile petrecute pe orbită), se expune la doze de la 50 la 100 rem, fapt care demonstrează pericolozitatea zborurilor spațiale și că rămînerea în orbită peste un an trebuie privită cu destulă seriozitate, dacă nu chiar cu rezerve din cele mai mari!

Desigur, faptul că în apropierea Terrei, acolo unde cîmpul magnetic terestru „deturneză“ majoritatea componentei dure a radiației cosmice primare, pericolul este mult redus, a făcut ca astronauții evoluînd pe orbite joase să primească doze de radiații mai mici; astfel, în primul său zbor de 5 zile pe orbită, Valeri Bikovski a recepționat doar 0,75 rem; la fel, cu ocazia misiunii „Gemini“ astronauții Borman și Lovell au suportat 1,3 rem (330 ore 35 min de zbor efectiv pe orbită).

Evident, zborurile spațiale mai depărtate de Pămînt, cum ar fi cele spre Lună, au pus și alte probleme, mult mai grele și anume traversarea centurilor de radiații care înconjoară planeta noastră, compuse din particule electrizate captate de cîmpul magnetic terestru. Descoperite în anul 1958 de către astrofizicianul James Van Allen, pe baza datelor furnizate de aparatura montată pe sateliții artificiali „Explorer“ 1 și 4, ca unul dintre cele mai deosebite rezultate ale astronauticii aplicate, ele sînt formate din o centură interioară și două centuri exterioare (ultima descoperită în anul 1963, amplasată la peste 10 raze terestre și formată din electroni cu energii mici).

După cum se cunoaște, particulele electrizate din radiația cosmică primară se deplasează în cîmpul magnetic terestru sub acțiunile forțelor electromagnetice, urmînd traiectorii spirale între cei doi poli magnetici terestri; distribuția lor depinde și de ciocnirile cu alte particule, ceea ce determină, în final, intrarea și ieșirea din centura respectivă. Centura de radiații interioară este

formată din protoni de mare energie (10 — 200 MeV), care evoluează la altitudinile cuprinse între 1 000 și 6 000 km; centura exterioară, situată între 15 000 și 25 000 km, cuprinde electroni de energii mari: 1 — 200 keV. În timp ce centura interioară este relativ stabilă, „adăpostind“ în special protonii energici provocați de dezintegrarea neutronilor produși prin interacțiunea dintre radiațiile cosmice și particulele atmosferei terestre, centura exterioară are o densitate variabilă în timp, dependentă în principal de fenomenele solare.

Apreciind că în drum spre astrul nopții centura interioară poate fi traversată, în circa 14 — 15 minute, organismul uman va primi o doză de radiații echivalentă cu circa 1,5 rem. Desigur, centura exterioară va fi depășită în circa două ore, astfel încât doza poate depăși dublul celei mai sus amintite, dar să nu uităm că electronii care „populează“ această centură sînt la energii mai reduse, astfel încât învelișul cabinei spațiale poate constitui o protecție satisfăcătoare. De aici rezultă că la traversarea centurilor Van Allen un om poate recepționa cel mult 3,5 rem, astfel încât un voiaj pe Lună nu ar implica depășirea a zece rem, aceasta avînd în vedere și radiația absorbită de la razele cosmice primare!... În orice caz, datele recepționate după efectuarea misiunilor spațiale din programul „Apollo“ au confirmat că nu este cazul să se complice lucrurile, obligînd echipajele navelor spațiale să-și ia startul pe la poli, spre a evita centurile de radiații...

Specialiștii apreciază, în final, că securitatea „oamenilor spațiului“ nu este compromisă dacă se acumulează o doză de cel mult 15 rem: pentru voiajuri interplanetare lungi sau pentru cazul apariției unor pericole de radiații complet imprevizibile, se apreciază că o doză cumulată de cel mult 50 rem reprezintă așa-numita doză de risc justificată pentru astronauți, aceste cazuri urmînd a se soluționa în clinici specializate de pe sol, după finalizarea zborului respectiv, fără ca să rămînă urme periculoase. În cazul acumulării a 100 rem, se apreciază că s-a atins doza critică, ceea ce revine la întreruperea experienței, încetarea menținerii echipajului pe orbită, terminarea zborului spațial etc., toate cu o urgență maxim posibilă.

Nu trebuie omis nici pericolul reprezentat de erupțiile solare, din care, deși conțin în principal protoni accelerați la viteze foarte mari, nu lipsesc particulele alfa și destule nuclee grele. Există

trei feluri de erupții solare care trebuie avute în vedere cînd se apreciază pericolul pentru cosmonauții în zbor cosmic; erupțiile din prima categorie durează cîteva ore, au intensități relativ slabe, dar energia protonilor poate atinge 20 miliarde de eV. Aceste erupții sînt mai rare, una la 4—5 ani, dar cîteodată extrem de intense. Cu energii mai reduse (10^9 eV) pentru protoni, dar cu apariții relativ dese (2—4 erupții/an), erupțiile de putere medie sînt mai numeroase în perioada de activitate intensă a Soarelui. Cele mai frecvente sînt erupțiile din categoria a 3-a, anual peste zece, cu energii de ordinul milioanei de eV. Cum se amintea și la începutul acestui paragraf, nu numai că nu există o teorie a erupțiilor solare, dar ele sînt și foarte greu de prevăzut, ceea ce implică un risc foarte mare.

„Serviciile Soarelui“, rachetele sondă, observatoarele astrofizice etc. țin în permanență astrul zilei sub observație, astfel încît o erupție solară este aproape totdeauna anunțată cu 1—3 zile anterior începerii acesteia; noțiunile „aproape totdeauna“ reprezintă însă gradul de incertitudine încă existent, deoarece din patru erupții solare doar trei sînt sesizate înainte de producerea lor! Aceasta este doar una din cauzele care fac ca orice zbor spațial să fie încă periculos măcar din acest punct de vedere, deoarece în cazul marilor erupții se pot absorbi doze superioare celor letale și anume de ordinul miilor sau chiar al zecilor de mii de rem!...

În serialul „Zborul cosmic“, susținut în revista „Știință și Tehnică“, cosmonautul Dumitru Prunariu arată: „...În zona centrală a centurii Van Allen valoarea dozei echivalente este extraordinar de mare și ea face imposibilă trecerea navei cosmice pilotate prin ea fără un ecran protector special. Traversarea de scurtă durată a centurii de radiații a Pămîntului se admite numai dacă traiectoria zborului navei cosmice nu trece prin zona ei centrală și dacă echipajul — în momentul intersectării centurii — se află într-un compartiment ceva mai bine protejat. În acest caz doza absorbită... este de cîteva razi în total“.

Cum poate fi protejat organismul uman de efectele radiațiilor? Desigur, în afara pereților cabinei cosmice, omul va purta scafandrul spațial, confecționat din straturi de material care au în vedere, ca o condiție, folosirea structurilor confecționate din materiale în care predomină elemente cu număr atomic mic; de asemenea se folosesc căști cu vizoare aurite; dar aceasta nu este

o soluție pentru zborurile îndelungate. De regulă, fiecare navă spațială are un compartiment mai bine protejat (de exemplu modulul de revenire pe sol), confecționat din materiale incluzând elemente cu număr atomic mic, astfel încât valoarea dozei pe suprafața corpului uman să reprezinte circa 40 razi în 24 de ore, ceea ce revine în țesuturile vii la o valoare medie de 1 rad/24 ore. Acest aspect al problemei include și folosirea unor medicamente adecvate, a unor produse chimice absorbitoare de radiații, a unor filtre sau chiar ecrane de protecție.

CAPITOLUL 2

GRAVITAȚIA? NIMIC MAI... COMPLICAT!

Deși astrofizicienii considerau pînă nu de mult că nu pot exista stele avînd masele de peste 150 de ori mai mari decît cea a Soarelui, iată că la simpozionul din 1982 al Societății americane de astronomie (Boulder, Colorado), astronomii D. Ebbets și P. Conti au comunicat că în nebuloasa Tarantula există o stea avînd masa de... 3 000 de ori superioară Soarelui! Steaua în cauză, catalogată cu numărul R. 136 a, pare să determine ionizarea unei părți apreciabile din nebuloasa menționată, plasată în Marele Nor al lui Magellan, constituind cea mai masivă regiune vizibilă cu hidrogen ionizat din grupul local de galaxii. Spectrul luminii vizibile emise de R. 136 a, care seamănă foarte mult cu cel al unei stele tinere și active de tipul Wolf-Rayet timpurii, se întinde între 3 700 și 6 700 K, ceea ce pare să demonstreze că respectiva stea ar trebui să posede o temperatură foarte mare (65 000 K) și o rază de 80 de ori mai mare decît cea a Soarelui; în sistemul solar o astfel de gigantă ar ocupa tot spațiul din interiorul orbitei planetei Venus! Deși gravitația pentru o asemenea stea este enormă, totuși se apreciază că, la astfel de dimensiuni, o stea ar trebui să fie atît de instabilă încît să nu-și poată ține întreaga masă „adunată” la un loc... Și totuși, steaua R 136 a ar trebui să aibă o „viață” de aproape un milion de ani!

(„Sky and Telescope”, 1984)

AGRESIVITATEA „g“-URILOR...

Dacă Nicolaus Copernic (1473—1543) a „scos“ Pământul din nemiscarea la care-l osindise scolastica clericală medievală, dacă Giordano Bruno (1548 — 1600) a răspindit ideea că Universul este nemărginit, că nici măcar Soarele nu este centrul acestuia, el fiind doar o stea din centrul sistemului planetar, alți savanți de mare valoare, printre care Galilei, Kepler și apoi Newton, au studiat și descoperit legile mișcării corpurilor și, în principal, ale celor cerești, fără de care nu ar fi putut exista zborurile cosmice...

Primul savant din perioada Renașterii care a studiat mișcarea corpurilor, stabilind noțiunile de „sus“ și „jos“, precum și înțelegerea schimbării poziției corpurilor unele față de altele (evident justă în cazul formeii mecanice a mișcării), a fost Galileo Galilei (1564—1642). El a studiat căderea corpurilor ca o formă specială de mișcare a corpurilor către centrul planetei, deducind de aici noțiunile de „sus“ și „jos“, chiar fără să cunoască cauza manifestării greutateii, a acelei forțe de gravitație. Este celebră experiența efectuată de Galilei, care s-a folosit de cunoscutul turn înclinat din orașul Pisa, orașul său natal: de la înălțimea de 55 m a acestui turn, Galilei a lansat trei corpuri diferite ca mărime și greutate, demonstrând că toate corpurile, indiferent de greutatea lor, cad la fel, *cu aceeași viteză*. Savantul italian a precizat noțiunile de viteză și de accelerație, demonstrând că un corp în cădere liberă își mărește uniform viteza cu aceeași cantitate în fiecare unitate de timp! Tot lui Galilei îi revine meritul de a fi descoperit principiul relativității mișcării: atît starea de repaus, cît și cea de mișcare rectilinie și uniformă nu influențează asupra fenomenelor care se petrec în interiorul respectivului mobil sau corp în repaus! Acest lucru a fost evident pentru toate zborurile cosmice, pe orbită în jurul Terrei sau spre alte ținte astronautice, pe perioadele cînd navele cosmice evoluează cu viteze neschimbate!

Fără cunoașterea legilor de mișcare a astrelor în jurul Soarelui, elaborate de astronomul german Johannes Kepler (1571—1630) pe perioada cît a prelucrat la Praga observațiile efectuate timp de 35 de ani de astronomul danez Tycho Brahe (1546 — 1601) asupra mișcării planetei Marte, iarăși nu ar fi fost posibile zborurile spațiale, nu s-ar fi putut face calculele traiectoriilor spre Lună, la care se pare că ar fi contribuit și compatriotul nostru matematicianul George Bothezat (1883—1940), constructor amator de elicoptere, primul care a susținut o teză de doctorat cu subiect aeronautic (1909).

Deși descoperite prin strădania și geniul lui Kepler, legile mișcării planetelor nu puteau da răspuns la chinuitoarea întrebare, referitoare la cauza care menține aceste astre în jurul Soarelui sau de ce se mișcă Luna în jurul Terrei. Această cauză avea să fie descoperită de marele savant englez Isaac Newton (1643 — 1727), care a enunțat, în 1687, o dată cu tipărirea lucrării celebre *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principiile matematice ale filozofiei naturale), legea atracției universale. Cel care a pus bazele (o dată cu Leibniz) calculului infinitezimal, ale mecanicii clasice (principiului acțiunii și reacțiunii, legea fundamentală a dinamicii etc.), a explicat precesia echinocțiilor, a mareelor și a mișcării cometelor, a curcubeului și a introdus noțiunea de corpul luminos, Isaac Newton, a stabilit axiomele mișcării: legea inerției, legea maselor și principiul acțiunii și reacțiunii. Este meritul lui Newton că a înțeles și a stabilit că atît greutatea corpurilor de la suprafața Terrei, cît și, de exemplu, atracția pe care o exercită Pământul asupra satelitului său Luna, sînt forțe de aceeași natură, fiind datorate aceleiași cauze, gravitația sau atracția universală. Conform acestei legi, două corpuri se atrag cu o forță proporțională cu produsul maselor lor și invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele (intervine și o constantă a atracției universale, care are valoarea de $6,6732 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$). De aici rezultă că un corp are un cîmp gravitațional căruia îi sînt proprii o accelerație a greutateii, avînd direcția îndreptată către centrul respectivului corp, precum și un potențial gravitațional, care echivalează cu lucrul mecanic necesar pentru a deplasa unitatea de masă de la distanța celui corp către infinit. Newton avea să demonstreze că legile lui Kepler se deduc din legea atracției universale limitată la două corpuri, în cazul nostru la Soare și la planeta Pământ...

Cu ajutorul mecanicii cerești, care se bazează pe legile mai sus menționate, au putut fi calculate traiectoriile și vitezele necesare

călătoriilor spațiale; astfel, pentru studierea mișcării unui satelit artificial se poate considera ca sistem de referință un sistem de orientare fix, cu originea în centrul astrului în jurul căruia se efectuează mișcarea orbitală; în cazul concret al Terrei, pentru a transforma un corp în satelit artificial pe o orbită circulară, trebuie să se imprime acestui corp o accelerație tangențială pînă la atingerea primei viteze cosmice (7,91 km/s) pentru cazul teoretic al altitudinii $H=0$. În raport de această viteză circulară se poate calcula și perioada siderală de revoluție a satelitului în jurul planetei (1 h 24 min 25 s în cazul Terrei). Depășindu-se viteza circulară stabilită pentru planeta respectivă, mișcarea satelitului artificial va avea loc pe o orbită eliptică și ulterior, pentru o viteză de 1,41 ori mai mare decît cea circulară, traiectoria devine o parabolă. Pentru satelitul care evoluează în planul ecuatorial al astrului se definește perioada de revoluție sinodică, ca timp scurs între două treceri consecutive ale acestuia la zenitul unui observator amplasat pe ecuator. În cazul unui satelit de altitudine zero (caz teoretic) al Pămîntului, se obține din calcul perioada de revoluție sinodică de o oră 29 minute și 41 secunde, evident în cazul mișcării directe (lansarea satelitului să aibă sensul mișcării de rotație a Terrei), energia necesară corespunzînd în acest caz numai diferenței dintre viteza de satelizare și cea tangențială la suprafața astrului (care în cazul ecuatorului pămîntesc este de 465 m/s).

Cînd viteza unghiulară sinodică a unui satelit artificial este nulă, se obține un satelit artificial staționar; în cazul Terrei, un astfel de satelit se obține aducîndu-l la altitudinea 35 810 km, unde ar evolua cu viteza de 3,08 km/s, apărînd fix unui observator aflat la verticala punctului de plasare pe traiectorie a respectivului satelit. Evident, dacă un satelit artificial este înscris pe orbită la o anumită altitudine (cerință stringentă pentru toate astrele cu atmosferă care pot frîna și chiar distruge aceste corpuri), viteza circulară este inferioară ca valoare celei calculate pentru cazul satelitului de altitudine zero.

În cazul Pămîntului, cînd valoarea vitezei inițiale de lansare se apropie de 11,206 km/s, apogeul orbitei se depărtează foarte mult, ajungînd la 272 400 km pentru 11,011 km/s, în vecinătatea Lunii pentru 11,085 km/s, la 500 000 km pentru 11,408 km/s și la 1,8 milioane km pentru 11,204 km/s. Dacă viteza depășește 11,206 km/s (denumită și viteza parabolică sau cea de-a doua viteză cosmică), satelitul artificial respectiv se va înscrie pe o

traiectorie circumsolară. Atingerea unui anumit apocentru al acestei orbite depinde de condițiile de lansare; astfel, stațiile automate „Luna 1” și „Pioneer 4”, lansate în anul 1959 cu destinația Luna, au survolat astrul nopții, devenind apoi primele planete artificiale; în cazul primei, orbita ($14,6/19,7 \cdot 10^7$ km) fiind parcursă în circa 450 zile terestre!

Avînd în vedere că energia transferată vehiculului spațial în unitatea de timp este proporțională cu viteza instantanee (de valoare ridicată încă de la momentul lansării satelitului artificial), modificarea parametrilor de mișcare ai unui satelit artificial sau ai unei nave cosmice satelit cu echipaj la bord, pe parcursul orbital, implică un consum relativ redus de combustibili. Totuși, în scopul asigurării consumurilor minime, modificările traiectoriei trebuie efectuate prin acționarea motoarelor de corecție (tangențial la traiectorie) în vecinătatea pericentruului, unde viteza satelitului artificial (navei cosmice) este maximă; din aceleași rațiuni s-a demonstrat că folosirea orbitelor circulare cu altitudini mari este complet neeconomică în cazul sateliților artificiali ai Terrei. Acesta este încă unul din motivele pentru care majoritatea navelor cosmice satelit („Saliut”, „Skylab”, naveta spațială etc.) au fost satelizate la înălțimi sub 450—500 km, motivul principal provenind de la evitarea centurilor de radiații.

*
* *

Aici, pe Pămînt, omul s-a obișnuit că toate corpurile au o greutate și că aceasta este un principiu inatacabil; ba mai mult, s-a definit greutatea ca forța cu care un corp aflat în repaus în cîmpul gravitațional terestru acționează asupra sprijinului care se opune căderii libere a respectivului corp. Greutatea corpului este dată de produsul dintre masa corpului și accelerația gravitației, notată curent cu litera g . Întrucît în condiții obișnuite masa corpului este o mărime constantă, iar g variază cu altitudinea și cu latitudinea, greutatea variază și ea în mod corespunzător. Spre exemplu, un corp aflat într-un lift care se deplasează vertical cu accelerația a , va acționa asupra podelei cu o forță proporțională cu masa corpului, amplificată prin suma algebrică dintre g și a . În cazul căderii libere a liftului ($a = g$), în interiorul liftului se creează așa-numita stare de *imponderabilitate*, care apare și la corpul aflat în mișcare liberă pe orbită (satelit artificial etc.).

Accelerația greutatei, numită uneori și accelerația gravitației (impropriu), depinde nu numai de forța de atracție a astrului (în cazul nostru, Pământul), dar și de forța centrifugă de inerție, variind cu altitudinea și latitudinea, cum menționam anterior. Accelerația greutatei terestre ($g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ la nivelul mării și la latitudinea de 45°) este adesea luată ca unitate de măsură pentru accelerații.

Se știe că în cazul unei mișcări uniforme de translație viteza singură nu poate avea vreun efect asupra corpurilor, mai ales asupra organismului uman; nu acesta este cazul în ipoteza variației vitezei, respectiv a apariției accelerațiilor (pozitive sau negative) sau a schimbărilor direcției de deplasare a mobilului, acestea din urmă făcând să apară forțe centrifuge inerțiale. De aici trebuie menționată distincția dintre accelerațiile lineare și cele radiale sau unghiulare. Atunci când organismul uman este supus la accelerații superioare la un g ($1g$), totul se petrece ca și cum greutatea acestuia s-ar amplifica în proporția corespunzătoare numărului de g -uri!...

Pe de altă parte, trebuie arătat că accelerațiile (la care corespund forțe proporționale cu masa corpului și produsul acesteia prin numărul de g -uri) nu acționează direct doar asupra unor puncte, ci acțiunea lor se transmite de la moleculă la moleculă, antrenând presiuni interne inegale, rupind echilibrul obișnuit al organelor interne și provocând deformări uneori foarte grave...

Desigur, accelerațiile sunt lucru obișnuit (ca și decelerațiile) în viața de zi cu zi; le simțim la orice oprire mui bruscă a autovehiculului în care ne aflăm, dar dacă acesta se lovește cu 100 km/oră de un obstacol rigid, atunci numărul de g -uri poate urca la... 700 ! Din totdeauna piloții au fost primii care au făcut cunoștință cu agresivitatea g -urilor, în exercițiul profesiei lor apărând asemenea situații în mod curent, astfel încât medicina aeronautică a analizat această problemă pe larg, căutând soluții și, mai ales, metode de a proteja organismul, de a-l antrena în mod corespunzător spre a suporta aceste accelerații (decelerații) care apar la valori mari și, evident, în timpi relativ reduși...

Specialiștii care activează în domeniul pregătirii astronautilor au putut beneficia pe larg de cunoștințele în acest domeniu, achiziționate de colegii lor din aeronautică. Astfel, de la început se cunoștea că efectele produse de accelerații asupra organismelor umane depind de intensitatea și de durata acestora; dacă $2-3g$ pot fi suportați mai multe minute fără inconveniente chiar de organisme neantrenate în mod special, în schimb chiar un organism foarte

antrenat nu poate suporta timp de două zecimi de secundă o accelerație de... $42g(1)$ fără urmări extrem de dure... Și totuși aceasta a fost performanța din 1954 a colonelului-medic John Stapp care, lansat cu un tren de rachete pe un monorai la sol până la 1010 km/oră , a fost frinat în incredibila distanță de 30 m , realizând performanța de a suporta $42g$, chiar dacă a trebuit să plătească această aventură (pusă, de altfel, în slujba științei) cu două coaste rupte și alte dificultăți...

Fără îndoială, organismul are limitele sale, iar aceasta își pune amprenta în special în cazul posibilităților de a suporta creșterea numărului de g -uri în unitatea de timp; de aici o noțiune extrem de importantă: nu numai accelerațiile sunt periculoase, ci și forțele de inerție corespunzătoare, sau *suprasarcinile* cum sunt numite acestea în limbajul medicinei aerospațiale. Aceste suprasarcini acționează în sens opus accelerațiilor respective, fiind clasificate în trei grupe, folosind sistemul de referință triaxial: a) longitudinale, b) laterale și c) transversale. Suprasarcinile longitudinale care se exercită în lungul axei mari a corpului, în sensul marilor magistrale sanguine, se traduc prin tulburări circulatorii grave. Atunci când ele acționează în sensul de la cap spre membrele inferioare, se produce un fel de refulare către acestea și către abdomen, la fel ca și o diminuare a presiunii în arterele care irigă creierul. Pilotul este apăsător contra scaunului, simte o senzație de mare greutate, deplasarea organelor interne provocând dureri interioare; pielea feței se lasă spre în jos, maxilarul coboară, vederea devine din ce în ce mai cețoasă, „vălul negru” și apoi pierderea cunoștinței, survenind cu începere de la $5g$... În cazul suprasarcinilor acționând în sens contrar, de la scaunul pilotului către capul acestuia, presiunea sanguină urcă periculos către regiunile de deasupra inimii și în special la creier; de această dată durerile sunt mai puternice, iar „vălul roșu” se instalează începând de la $3g$, precedind cu foarte scurt timp pierderea cunoștinței...

Desigur, cunoscându-se bine aceste urmări ale suprasarcinilor longitudinale, precum și faptul că poziția pilotului este aici foarte importantă, s-a încercat modificarea acesteia, dar o serie de inconveniente, inclusiv în cazul catapultării, au anulat ideea. Evident, aceasta în cazul pilotului de avion; în ceea ce privește pilotul-astronaut, acesta are avantajul de a-și putea organiza poziția de start orizontală, deci culcat, suportând astfel cel mai ușor efectele acestor accelerații (la pornire în misiune), precum și decelerațiile, la fel de brutale, de la reîntoarcerea pe sol. Această poziție a corpului astronautului permite ca, în locul accelerațiilor longitudinale

să acționeze accelerații, respectiv suprasarcini, transversale, ale căror limite de suportabilitate sînt sensibil mărite; avem aici în vedere tulburările circulatorii, în schimb apar dificultăți la respirație, astronautul acuzînd, în cazul simulării acestor suprasarcini sau în situație reală, că pe piept „s-a plasat un adevărat elefant!...”

În orice caz, suprasarcinile transversale sînt mai bine suportate, datele experimentale (care, totuși, diferă de la subiect la subiect, atestînd că omul poate suporta 2g timp de 24 de ore, 8g timp de 1,5 ore, sau 12—16g timp de 10—30 secunde!...

Studii experimentale numeroase au demonstrat că poziția pilotului plasat la 90° în raport cu direcția de acțiune a suprasarcinilor nu este deloc cea mai favorabilă, constatîndu-se că între 8 și 12 g apar tulburări serioase, în special întinderea organelor interne, aritmie cardiacă, dureri de nesuportat în regiunea sternului și epigastrică, însoțite chiar de oprirea respirației! S-a optat atunci pentru un unghi al înclinării corpului de 65°; plasați în această poziție, folosind un scaun special organizat, subiecții care au fost supuși suprasarcinilor, au suportat 12g timp de 5 s, pierderea cunoștinței survenind doar între 14 și 16g! După numeroase studii și cercetări experimentale, s-a adoptat în final un unghi de aproape 80°, care s-a demonstrat că permite suportarea a 22g timp de 50 s sau chiar de 27g timp de 7—8 s! Desigur, tulburările de vedere încep mult mai devreme, subiecții acuzînd chiar pierderea vederii de la 14—15g... Totuși, în timpul experienței nu se pierde cunoștința și se conservă chiar capacitatea de a efectua unele acțiuni, bineînțeles cu condiția ca informațiile sau comenzile să parvină prin simțurile care nu au fost „atacate” de suprasarcini! Contrar cazului suprasarcinilor longitudinale cînd „vălul negru” sau „vălul roșu” sînt indicii evidente ale pierderii cunoștinței, în cazul acestor suprasarcini limitele de toleranță se deplasează spre valori mai mari, incluzînd de această dată pierderea vederii ca indicator al apropierii pierderii cunoștinței. În alte cazuri, subiecții au acuzat insuficiența respirației, dureri insuportabile sau alte traume ca fiind semne evidente ale apropierii momentului cînd organismul ceda față de „agresiunea g-urilor”...

Oricum, medicina aeronautică a întreprins acțiuni importante pentru protejarea piloților care, zburînd la viteze din ce în ce mai mari, erau supuși și la acțiunile suprasarcinilor; în această direcție se pot menționa costumele „anti-g”, combinezoane speciale, conținînd învelișuri duble și etanșe, care — prin umplere

cu aer sub presiune — exercită presiuni asupra corpului, oprind acțiunea distrugătoare a suprasarcinilor cu 10—15%, în sensul creșterii toleranțelor la suprasarcini longitudinale cu 1—2g... Unele rezultate interesante s-au obținut făcînd oamenii antrenați să reziste la eforturi de 16g, să suporte chiar 32g, dar de această dată în imersiune! A nu se uita că, deși corpul uman are, în general o densitate destul de apropiată de cea a apei, diversele organe sau țesuturi care-l compun au densități variînd de la 0,7 la 3 g/cm³, fapt care face ca imersiunea să nu împiedice deplasarea organelor interne ale subiectului supus la suprasarcini. Mai ales că nici nu se poate vorbi de a aduce la bordul unei nave cosmice o...piscină!

ACCELERAȚIILE ÎN ZBORUL SPAȚIAL

Reamintim, deci, că în zborul spațial apar suprasarcini pozitive la decolare (acclerații), suprasarcini corespunzînd unor decelerații la revenirea din Cosmos, iar pe timpul evoluției în regim de satelit artificial al Terrei, se instalează la bordul navei imponderabilitatea (asupra căreia vom reveni în paragraful următor). Datorită poziției păstrate în cabina spațială la decolare (de fapt, la startul tuturor vehiculelor reactive care au dus pînă în prezent omul în spațiu), nu apar asupra organismului uman decît accelerații, respectiv suprasarcini transversale, care, se știe, sînt mai puțin periculoase; ca urmare, acest tip de suprasarcini a reținut cel mai mult atenția specialiștilor în medicină spațială. Evident o dată cu construirea navelor cosmice „Soiuz” la care modulul de revenire pe Terra utilizează schimbarea traiectoriei folosind forțele și momentele aerodinamice la revenirea pe sol, lucrurile au căpătat o turnură nouă: echipajele au suportat suprasarcini laterale considerate pînă la această dată ca fiind neglijabile. Ca urmare, au fost puse la punct mijloace de antrenament și în vederea acomodării cu acest tip de accelerații și, mai ales, s-au elaborat tehnici de protecție pe mai multe direcții. După opinia specialistului francez Georges Sourine, medicina spațială a trebuit să facă distincție între suprasarcinile recepționate la start și cele suportate de organismul uman la revenirea de la sfîrșitul misiunii, cînd nava cosmică pătrunde în atmosfera terestră (decelerații).

În cazul startului, apreciază specialistul francez menționat mai sus, s-a putut ajunge (a trebuit să se ajungă, adăugăm noi!) la un compromis între constructorii rachetelor, care apreciau necesitatea unei accelerații cât mai mari pentru a intra corect pe traiectorie, și medici, care cereau imperios un număr de g -uri cât mai redus... Dacă la primele lansări, astronauții suportau, pe durata funcționării etajelor reactive, între 6 și 8 g , o dată cu perfecționările aduse rachetelor mari („Saturn“ etc.), numărul de g -uri s-a redus la 4...5. În prezent, o dată cu punerea la punct a navei spațiale, la start și pe parcursul funcționării motoarelor care aduc aparatul orbital pe traiectoria spațială, nu se depășesc 3—4 g ; la aterizare eforturile sînt și mai reduse, evident cu prețul altor confruntări cu cerințe din cele mai dificile, privind planarea unui colos de peste 50 de tone, care nu poate să rateze aterizarea, neavînd motoare în funcțiune la bord...

Cu totul altfel se prezintă suprasarcinile și acțiunile lor, la revenirea pe Pămînt, după un zbor cosmic; în perioada inițială a pătrunderii omului în Cosmos, decelerațiile de la revenire ajungeau la 10—11 g , fiind cu atît mai greu de suportat cu cît misiunea cosmică fusese mai... îndelungată! În adevăr, așa cum au demonstrat și experiențele efectuate de medicul H. von Beckh, după o perioadă de imponderabilitate prelungită, la revenire inima este obligată să efectueze un travaliu foarte mare și aceasta într-un timp extrem de scurt. Protejarea cosmonauților și, totodată, găsirea căilor celor mai adecvate pentru asigurarea medicală a posibilității efectuării de zboruri cosmice îndelungate, au obligat pe tehnicieni să amelioreze portanța aerodinamică a cabinelor cosmice, astfel încît navele cosmice „Soiuz“ obligă pe cei care le folosesc să suporte la revenirea din spațiu 3—4 g (asemănător, deci, cu naveta spațială la start), în timp ce cabinetele spațiale care revin din misiuni circumlunare („Apollo“, „Zond“, „Luna“) au înregistrat cel mult 7 g . Condițiile efectuării zborurilor la bordul navetelor spațiale, din acest punct de vedere, asigură chiar participarea la misiune a specialiștilor neantrenați, dar — evident — cu o sănătate corespunzătoare.

Ce măsuri se pot lua pentru a crea omului-cosmonaut cele mai bune mijloace de protecție față de ceea ce numeam anterior „agresivitatea g -urilor“? În primul rînd, poziția și organizarea fotoliilor din cabina cosmică, în vederea suportării, de preferință, doar a suprasarcinilor transversale. În al doilea rînd se numără antrenamentul la sol, în centrifuge, în vederea obișnuirii cu acțiu-

nea factorilor măriți de sarcini, atît la start cît, mai ales, la revenirea la sol; asupra acestui mijloc vom reveni la capitolul tratînd despre antrenamentul astronauților, dar, de pe acum se poate sublinia că este un fapt demonstrat că acest antrenament la „mașina diabolică“, cum o denumesc aceștia, s-a dovedit de un real folos. Mai de mult, în unele lucrări de popularizarea zborurilor spațiale, se afirma că costumele cosmonauților, așa-numitele scafandre spațiale, ar avea și rolul să-i „apere“ de acțiunea periculoasă a suprasarcinilor. Aceasta nu este adevărat, deoarece rostul acelor combinezoane care parcă-i făcea pe astronauți să semene cu un călător extraterestru (!) este cu totul altul, așa cum s-a arătat anterior.

Din experiența zborurilor cosmice din ultimii 15—20 de ani s-a demonstrat că este aproape necesar ca la bordul cabinei sau a laboratorului spațial să fie purtate costume ușoare, asemănătoare celor de sport, pentru a avea libertate cît mai mare în mișcări, libertate cerută de numeroasele și foarte adesea complicatele manevrări ale aparatelor, dispozitivelor și sistemelor cu care sînt tot mai mult încărcate cabinetele respective și, evident, programele destinate a fi înlăptuite pe orbită. Acesta, de altfel, este și unul din principalele motive pentru care omul nu poate fi înlocuit în nava cosmică de roboți (oricît ar fi aceștia de perfecționați), încă mult timp de acum încolo pe orbita circumterestră, chiar dacă, din condiții de securitate, aparatele „merg“ spre planete...

Unele experiențe efectuate cu succes, folosind animale de experiență, par să arate că se vor putea pune la punct mai multe preparate medicamentoase destinate creșterii rezistenței la suprasarcini a diferitelor organe ale corpului uman. Aceasta este cu atît mai important cu cît s-a putut stabili că expunerea îndelungată, *dar și cea repetată*, la suprasarcini provocate de accelerații și decelerații importante, reprezintă un pericol care nu numai că este puțin studiat, dar poate provoca daune serioase, fără posibilități de revenire, organismului uman. Este vorba de unele modificări la nivelul aparatului circulator și la cel respirator, modificînd repartiția sîngelui în țesuturile pulmonare...

Încă din 1959, medicii francezi R. Senelar, R. Loubière și F. Violette, folosind ciini de experiență, au demonstrat că supunerea la accelerații importante *repetate* provoacă leziuni anatomice în țesuturile renale. Mai recent, specialiștii sovietici au descoperit, la rîndul lor, modificări anatomice și morfologice la mai multe organe interne, în special distrugeri celulare în ficat. Aceasta fără a se mai vorbi de urmările provocate de suprasarcini în sistemul

gastro-intestinal, asupra glandelor endocrine etc., despre care există încă prea puține informații privind rezultatele experiențelor recente cu zborurile îndelungate. Specialiștii români se pot mindri că lucrările efectuate la Centrul de medicină aeronautică din București și comunicate la diferite congrese internaționale, privind comportarea animalelor de experiență supuse pe durata întregii lor vieți (este vorba de șoareci albi Wistar) la accelerații (2—5g), au putut evidenția fenomene interesante (maturizări precoce, modificări funcționale la nivelul epidermei, a mușchilor striati, a măduvii osoase, a inimii și chiar o îmbătrânire prematură, cu încetarea vieții mai rapidă decât la subiecții martori...).

Ca urmare a zborurilor cosmice cu echipaj avînd o durată tot mai mare, există în prezent unele informații acumulate privind: răspunsurile organismului uman la acțiunile accelerațiilor, influența stării metabolice generale a cosmonautului în perioada cînd este supus accelerațiilor, noțiunea de stres biologic și relația acestuia cu prezența accelerațiilor în zborul spațial și, în fine, modificările provocate asupra organismelor umane de prezența accelerațiilor proprii zborului cosmic.

Organismul uman reacționează la accelerații în cadrul a două ample categorii: prin reacții („răspunsuri”) nespecifice, similare cazurilor obișnuit întîlnite la eforturi și prin reacții („răspunsuri”) specifice, în care sînt implicate organele interne cu gradienti mari de densitate (de exemplu urechea internă). Evident, efectele accelerațiilor depind de: tăria cu care acționează accelerația respectivă, durata acțiunii acesteia, orientarea sa în raport de poziția cosmonautului, nivelul de suportabilitate (antrenamentul) al cosmonautului și, mai ales, starea metabolică generală a organismului. Un alt factor, asupra căruia s-au mai făcut anterior referiri, este reprezentat de starea dinamică a condițiilor din care cosmonautul trece în faza de acțiune a accelerațiilor, cel mai reprezentativ exemplu fiind constituit de cazul cînd, după o imponderabilitate prelungită (peste 50 de zile) organismul cosmonautului trebuie să suporte accelerațiile negative (decelerații?) în faza de coborîre de pe orbită și revenire pe solul terestru. În fazele zborului anterioare acestei perioade de maximă afectare a organismului, acesta este (fără voia cosmonautului!) cuprins de o stare caracterizată prin noțiunea de stres biologic. O definiție a stresului biologic ar putea fi acea stare de încordare generală a unui organism care încearcă să se pregătească (sau își dă seama că nu este pregătit!) să suporte și să se adapteze la anumite efecte, parțial necunoscute (sau integral necunoscute) ale mediului, de regulă

considerate (apreciate) ca amenințătoare, periculoase... Din fiziologie se admit ca efecte care evidențiază această stare, creșterea activității glandei suprarenale, secreția de catecolamine (de exemplu adrenalină) cu intensă influență cardioacceleratoare, hiperglicemică etc. Fenomenul este adesea complicat de apariția unor efecte secundare, determinate de revenirea în memoria cosmonautului a unor cazuri similare, uneori urmate de stări de pericol iminent... Adesea, acei cosmonauți care au suferit traume psihologice (aminări repetate ale lansării, ratarea acesteia, coborîri precipitate de pe orbită etc.) nu mai zboară nu anumit timp; ca exemple: cazul lui John Glenn care a renunțat la un al doilea periplu spațial (lansarea sa a fost aminată pe timp cînd el era ins alături în capsula spațială, de mai multe ori), precum și „revenirea” în Cosmos a astronautului american Alan B. Shepard jr. după o întrerupere de... zece ani(!): de la 5 mai 1961 („Mercury 3”) la 31 ianuarie 1971 („Apollo 14”)...

Fără a încerca vreo clasificare, se menționează următoarele sisteme ale organismului uman care sînt afectate de acțiunea biologică a accelerațiilor în zborul spațial: sistemul circulator, în cadrul căruia provoacă deplasări și redistribuiri ale volumului de sînge ce circulă în corpul cosmonautului; sistemul cardiopulmonar (impropriu numit aici sistem!) este afectat în sensul dereglărilor asupra raportului ventilație/irigație provocate de modificările debitului de sînge; sistemul renal este obligat să compenseze modificările impuse sistemului circulator; sistemul nervos central (mai ales în cazul unor accelerații așa-numite cronice) poate accentua modificările sistemului circulator; sistemul osos acuză alterări ale metabolismului (la calciu) etc. Despre afectarea aparatului vestibular și a musculaturii, s-a mai amintit.

IMPONDERABILITATEA SAU CÎND „DISPARE” GREUTATEA...

Calcululele arată că, dacă pe Pămînt un om cîntărește 70 kg, pe planeta Mercur ar avea 18 kg, pe Marte 26 kg, pe Venus 63 kg, pe Uranus 59 kg, pe Neptun 80 kg, iar pe Jupiter... 185 kg! Așa cum se menționase anterior, deși masa corpului nu se modi-

fică, în schimb greutatea acestuia variază în raport de forța de atracție gravitațională proprie fiecărei planete. În mod similar, pe Lună greutatea încărcăturii utile depuse, de exemplu, de unul din echipajele „Apollo“, era de șase ori mai mică decât pe Terra, iar cele 390 kg de aparatură aduse pe Selena de stația automată sovietică „Luna 2“ cântăreau pe inospitalierul sol selenar doar... 65 kg!

Acest „avantaj“ al Selenei s-a dovedit în anul 1961 a fi un adevărat... dezavantaj pentru proiectul „Omul pe Lună“ care, în viziunea de atunci a specialiștilor americani, prevedea aducerea pe solul lunar, cu motoare rachetă suficient de puternice, a întregii cabine „Apollo“, cuprinzând echipajul și aparatura necesară, urmînd ca totul (inclusiv masivul scut termoprotector al capsulei, necesar atunci cînd aceasta avea să reîntre în atmosfera terestră, la reîntoarcere) să fie adus pe orbită circumlunară și apoi propulsat spre Pămînt! Desigur, aceasta însemna o rachetă purtătoare extrem de puternică, iar proiectul „Nova“ destinat unei asemenea expediții includea puteri și dimensiuni de 2—2,5 ori superioare față de ce se putea realiza tehnologic în termenele fixate... În aceste condiții și apreciînd „Saturn V“ ca fiind la limita posibilităților deceniului '60—'70 în materie de vehicule spațiale reactive, dacă unui inginer numit Houbolt nu i-ar fi venit ideea „rendez-vous“-ului pe orbita lunară dintre modulul lunar (proiectat special pentru a evolua în jurul și pe Lună) și cabina „Apollo“, este sigur că programul amintit ar fi fost mult întîrziat!...

Așa cum rezultă și din exemplele de mai sus, greutatea corpurilor este o stare relativă, care depinde de locul din Univers unde se face... cîntărirea (!); este deci posibil ca forța de atracție gravitațională exercitată de un corp asupra unui alt corp să fie compensată de o altă forță egală în mărime și de sens contrar. Există deci premisa ca asupra aceluși corp să nu se mai exercite, practic, nici o forță, greutatea corpurilor respective devenind foarte mică, practic neglijabilă. Acum apare imponderabilitatea, stare mecanică ideală în care se pot afla corpurile materiale, caracterizată prin absența oricărei forțe gravitaționale exterioare. Această stare ipotetică corespunde repausului față de un sistem inerțial de referință ideal, suficient de departe de orice masă atractivă.

În realitate, imponderabilitatea poate să se manifeste și în cadrul unui sistem neinerțial, legea de mișcare a unui corp fiind aceea a centrului său de masă, considerat sub acțiunea exclusivă a cîmpului gravitațional local. În conformitate cu legile mecanicii,

sistemul de referință considerat poate fi tratat ca inerțial cu condiția ca, pe lîngă forțele reale, să fie introdus cîmpul uniform al forțelor inerțiale de transport, avînd sensul contrar accelerației centrului de masă. În vecinătatea acestui centru de masă (unde cîmpul gravitațional se poate considera ca fiind uniform), cîmpul forțelor inerțiale compensează sau, mai corect, anulează cîmpul forțelor gravitaționale locale. Ca urmare, în absența forțelor reactive și a rotațiilor, oscilațiilor etc. provocate artificial, legile de mișcare ale corpurilor din interiorul unui vehicul spațial sînt practic aceleași ca într-un sistem de referință inerțial ideal. Dispuse în interiorul satelitului, în repaus inițial, corpurile plutesc în continuare evident dacă asupra lor nu se acționează cu forțe suplimentare. Imaginile de televiziune, filmele, fotografiile din cabinele cosmice arată clar aceasta!...

Spre deosebire de cazurile terestre, foarte rare, imponderabilitatea este starea cea mai obișnuită în care se află un călător spațial în Cosmos, fie că el se deplasează pe orbite circumterestre sau evoluează pe o traiectorie translunară. Același lucru este în cazul căderii libere în cîmpul gravitațional al Terrei; nu trebuie uitat că frînarea aerodinamică, care se produce atunci cînd obiectul, revenind din Cosmos, traversează atmosfera înaltă (căpătînd forțe aerodinamice de frînare și de stabilizarea mișcării) îi „restituie“ acestui obiect greutatea, plus suprasarcinile provocate de decelerarea proprie acestei dificile faze a zborului!...

Spuneam că există și cazuri „terestre“ de simulare a imponderabilității, care sînt foarte rare și atunci cînd acționează fac o simulare imperfectă; este cazul imersiunii în lichide avînd densități comparabile cu cea a corpului care este analizat, sau cazul unor ascensoare foarte rapide, care și ele realizează un fel de stare de subgravitate parțială. Cele mai bune sisteme, realizate pînă în prezent pentru simularea imponderabilității, este drept cu durate de ordinul a cel mult 50—60 secunde, s-au obținut cu aeronave special organizate în interior și evoluînd pe traiectorii kepleriene (este vorba de traiectorii parabolice pe care se poate imita căderea liberă a unui corp), în cazul în speță al aeronavei-laborator, sub efectul doar al atracției gravitaționale exercitate de planeta noastră. Desigur, și cu rachete balistice avînd destinații geofizice și de experiență, au putut fi aduse (pentru maximum 5—6 minute) în stare de imponderabilitate, diferite animale de experiență, ceea ce a servit mult programului de pregătire a zborurilor omului în spațiu.

Oricît de fascinantă ar fi starea de imponderabilitate pentru un pămîntean obișnuit — pentru care evoluția în Cosmos deține în continuare locul nr. 1 dintre cele mai importante realizări ale omului contemporan —, ea este încă greu de explicat și, pentru cei care nu au încercat-o, dificil de stabilit dacă poate fi suportată bine de oricine.

Specialiștii dispun astăzi de numeroase rezultate experimentale, care permit împărțirea subiecților supuși fie testelor de imponderabilitate, fie celor care chiar au zburat în Cosmos, în trei categorii distincte.

În primul rînd trebuie menționați cei care suportă foarte bine dispariția greutății, păstrîndu-și intacte capacitatea de a munci, de a efectua activități de mare răspundere și, în general, o stare psihică foarte bună; acestora faptul că pot efectua operații dificile, fără efort, le asigură o stare foarte agreabilă, menținîndu-și totodată o excelentă posibilitate de a se orienta în spațiu. În acest sens să dăm cuvîntul primului cosmonaut, Iuri Gagarin care, în *Memoriile* sale, descria astfel momentele cînd a intrat în starea de imponderabilitate: „...Trecerea la această stare s-a produs foarte lin. Cînd a început să dispară influența gravitației, m-am simțit excelent. Dintr-o dată am început să fac totul mai ușor. Mîinile, picioarele și tot corpul pareau nu mai erau ale mele. Nu mai aveam greutate. Nici nu stai jos, nici nu ești culcat, pareau atîrni în cabină. Toate obiectele care nu erau prinse de ceva erau și ele suspendate și le vedeam ca prin vis. Și creionul, și caietul de însemnări... Iar cîteva picături de lichid care se prelinseseră dintr-un furtun, luaseră forma unor sfere minuscule și se deplasau în mod liber prin spațiu, iar cînd atingeau pereții cabinei se lipeau de ei, ca picăturile de rouă de o floare...”

Din această relatare au rezultat informații, pe atunci deosebit de noi, privind starea de imponderabilitate a obiectelor, comportarea fluidelor sub acțiunea doar a forțelor corespunzătoare tensiunii superficiale și mișcarea liberă a acestora sub acțiunea forțelor inerțiale, tendința de a-și menține starea inițială, „plutirea” liberă a unor corpuri care, tot ascultînd de legile inerției, nu se deplasează liber, păstrîndu-și starea inițială de repaus... Semnificative, în acest sens, au fost cuvintele aceluiași cosmonaut: „...Cîteva picături de suc s-au vărsat și au continuat să rămînă suspendate în fața mea ca niște coacăze. Era interesant să observ cum acestea, vibrînd, plutesc ușor în aer...”

O deosebit de interesantă experiență privind comportarea lichidelor în imponderabilitate o datorăm cosmonautului Pavel

Popovici care, la bordul navei cosmice „Vostok 3” a putut observa cum nivelul apei dintr-un recipient sferic atîrnat deasupra sa a devenit puternic curbat spre interior (curbură de 2,52 ori mai mare decît în starea normală!), astfel încît aerul din recipient căpătase o formă sferică aproape perfectă!... Era astfel evident că în starea de imponderabilitate, tensiunea superficială a lichidelor acționează astfel încît la suprafețele de separație a fluidelor forțele moleculare deformează volumul de lichid, antrenîndu-l spre „în sus”, la marginile meniscului inițial. Iată ce declara Pavel Popovici despre experiența sa (descrișă, de altfel și de specialistul sovietic acad. M. Suleikin, într-unul din numerele revistei „Priroda” din anul 1964): „...Dacă pe Pămînt apa se află în jos și aerul deasupra, în Cosmos lucrurile se schimbă: atît jos cît și sus se află apă, iar aerul se află la mijloc sub forma unei sfere. Oricît ai clătina retorta aerul se adună din nou sub forma de sferă”. Desigur, forțele de adeziune dintre moleculele apei și pereții vasului fiind mai mari decît cele dintre moleculele de aer și pereți, făceau ca primele să se lipească de învelișul de sticlă, aerul rămînd mereu în centrul vasului, ca o sferă perfectă.”

Revenind la starea bună a unor „pacienți” (citește: cosmonauți-candidați în pregătirile anterioare zborurilor pe orbită), în cadrul experimentelor de simulare a imponderabilității prin zboruri în aeronave special pregătite, unul din medicii care participa efectiv la aceste activități, descrie astfel senzațiile avute: „...Posturile neobișnuite ale colegilor cu care efectuam aceste antrenamente, acrobațiile pe care aceștia le efectuau în plutirea liberă, mi se păreau extraordinare și chiar de necrezut. Mă așteptasem că voi suporta rău această stare, dar totul era invers: a fost minunat, chiar am avut o stare euforică. Am semnalat celor care ne urmăreau că totul merge bine...” Această stare plăcută s-a manifestat și la alți piloți-cosmonauți, deja obișnuiți cu apariția imponderabilității atît din profesia lor inițială, cît și de la antrenamente; este cazul lui Pavel Popovici, care, deși prin programul de zbor trebuia să desfacă centurile fotoliului său timp de numai o oră, a depășit cu mult acest interval, fiind anunțat de la sol să revină „la ordine”. După zbor, cosmonautul Popovici a ținut să precizeze: „...Nu voi exagera dacă voi afirma că în Cosmos am trăit exact ca pe Pămînt, cu o mică deosebire: imponderabilitatea...”

În ce privește ieșirea din cabina spațială (asupra căreia vom reveni într-unul din paragrafele următoare), Alexei Leonov, primul om care a pășit în afara navei cosmice, a putut „pluti” cu

ușurință în spațiul liber, însoțind ca un „satelit uman” cabina sa, fără nici un efort special, dar și fără tulburări deosebite cauzate de această imponderabilitate în mediu deschis total! Edward White, primul american care a efectuat aceeași operațiune în afara pereților protectori ai cabinei „Gemini”, și-a prelungit șederea în spațiu până la limita resurselor de oxigen ale scafandru-lui spațial folosit!... Refuzul acestuia de a se supune dispozițiilor conducătorului de zbor și, de fapt, de a executa întocmai progra-mul de zbor, poate fi pus, după opinia unor specialiști, pe seama stării euforice prilejuite la unii astronauți de prezența tocmai a imponderabilității.

Revenind la starea de „plutire liberă” în cabina navei cosmice, în urma zborurilor efectuate de Nikolaev și Popovici în 1962, aceștia au relatat: „...Era o stare fizică și psihică uimitor de plă-cută, pentru care nu se poate găsi nici un termen de comparație. Nu ai nici o greutate, nu te sprijini de nimic și totodată poți face tot ce vrei. Creierul funcționează perfect cu limpezime și precizie”. Tot ei arătau că au putut face practic cunoștință cu legile inerției: „...Pavel Popovici s-a desprins, probabil, cu o grabă inu-tilă de centurile de siguranță și a fost imediat pedepsit pentru aceasta: corpul său a săltat imediat în sus și capul s-a lovit de tavanul cabinei. A fost o lecție practică: în Cosmos trebuie să fii precaut!”.

În fine, într-o a doua categorie pot fi clasați cei cărora starea de imponderabilitate le dă iluzii optice: ei au senzația că se află răsturnați sau se rotesc sau cad în gol, devenind dezorientați și anxioși. Asemenea tulburări nu durează uneori decît cîteva mi-nute, dispărînd după primele antrenamente sau după primele ore petrecute la bordul cabinei orbitale; desigur, s-au văzut și cazuri cînd cosmonauți, care au efectuat mai multe zboruri cos-mice, să acuze apariția acestor tulburări, este drept cu o durată de ordinul minutelor, la începutul fiecărei misiuni cosmice! Ori-cum, nu trebuie confundate noțiunile de „iluzii” optice etc., cu „dezorientări”: spre exemplu, iluziile optice pot persista — în stare de imponderabilitate, bineînțeles —, în timp ce subiectul ajunge să se orienteze satisfăcător. Acesta a fost cazul unor as-tronauți americani, precum și a cosmonauților sovietici K. Feok-tistov și B. Egorov care, tot timpul zborului au avut senzația, obositoare, că „zboară cu capul în jos”!

Sistemul nervos, organele de simț și aparatul circulator au o structură foarte complicată, activitatea lor fiind influențată

de forța gravitațională; ca urmare, aceasta are un rol determi-nant în menținerea echilibrului și coordonarea mișcărilor organis-melor vii, rezultat al activității reflexe innăscute și dobîndite, care își are originea în aparatul vestibular, mușchi, înveliș cuta-nat și ochi. Acționînd împreună, aceste reflexe creează, prin in-termediul centrilor nervoși, acea complexă activitate formată din percepții vizuale, musculare, cutanee și labirintice care coor-donează mișcările, mersul, echilibrul și orientarea organismelor vii.

Cu ajutorul văzului, omul — de exemplu — se orientează cu ușurință în spațiu față de restul mediului, se poate deplasa în direcția și cu viteza dorită, își poate coordona mișcările membre-lor; comenzile trimise de scoarța cerebrală (zona prefrontală) corespund imaginilor formate pe retină și transmise aproape con-comitent la scoarța cerebrală occipitală (posteroară). Desigur, chiar cu ochii închiși, omul se poate orienta în spațiu, se poate de-plasa, își poate preciza poziția (culcat, în picioare etc.). Aceasta este posibil ca urmare a informațiilor primite de la alt canal: de la receptorii nervoși amplasați în sistemul muscular și cei din în-velișul cutanat, precum și de la aparatul vestibular. Acesta din urmă, numit și labirint, este organul principal al reglării echili-brului și al coordonării mișcărilor: el se află amplasat în partea pietroasă a osului temporal, fiind format din trei canale semicir-culare și din organul otolitic (utrícula și sacula). Organele de simț ale utriculei și saculei se numesc macule, de fapt un fel de plăci de celule nervoase senzitive ciliate, acoperite cu o substanță gela-tinoasă (membrană otolitică) care conține otolitele (concrețiuni formate din săruri de calciu).

Întregul sistem labirintic este umplut cu un lichid limpede, numit endolimfă, care circulă prin acele canale semicirculare ce se deschid în utriculă și care au o așezare precisă, față de planurile vertical și orizontal al corpului uman: în adevăr, ele sînt dirijate în trei planuri ce se află orientate aproximativ rectangular unul față de celelalte. În fiecare canal semicircular există celule ner-voase care reprezintă organul de simț; celulele nervoase posedă numeroase prelungiri ciliate, foarte sensibile la contact. Tocmai canalele circulare (cu tot ce se află în ele) înregistrează mișcarea corpului în spațiu și transmit informațiile (prin intermediul ner-vilor vestibulari) centrilor nervoși specializați, care asigură co-menzile necesare mușchilor, comenzi destinate menținerii echili-brului, coordonării mișcărilor, orientării spațiale etc.

Labirintul, deci, este sensibil la orice modificare a mișcării, deci la accelerații, de toate felurile, deoarece acestea asigură producerea de vibrații lente la nivelul lichidului endolimfatic, excitând în continuare celulele sensibile ciliate, ce comunică cu fibrele nervoase ale nervului vestibular. Ca urmare, receptorii labirintului sînt excitați la începutul/incetarea oricărei rotații rapide, orice accelerație unghiulară producînd o senzație deosebită. Accelerațiile și suprasarcinile modifică greutatea cu care otolitele presează pe terminațiile ciliate ale celulelor nervoase senzitive, producîndu-le modificări în capacitatea lor de excitare, maculele jucînd rolul de „receptori gravitaționali umani“! Impulsurile nervoase din labirint ajung la creier și la măduva spinării, influențînd, respectiv, comanda mișcărilor, comanda musculaturii scheletice, oprind sau declanșînd amețeli, orientările și coordonările mișcărilor, asigurînd un raport de echilibru (sau nu) între omul în mișcare și restul mediului inconjurător. Analog electronicii, labirintul nu este funcțional „decuplat“, dar imponderabilitatea este un „excitator negativ“!

MISTERIOASA „MALADIE A COSMOSULUI“¹

Sensibilitatea aparatului vestibular variază de la individ la individ, rezistența fiecăruia putînd fi ameliorată ca urmare a unui antrenament adecvat. Deși vom reveni asupra acestui aspect al problemei într-un capitol destinat antrenamentului cosmonauților, menționăm că există un antrenament pasiv, care include utilizarea platourilor oscilante, a balansoarelor, a centrifugii, a fotoliului rotativ cu trei grade de libertate etc., precum și un antrenament activ, urmat de fiecare candidat-cosmonaut (sau de oricare cosmonaut în faza de pregătire a unei noi misiuni spațiale) ca parte a pregătirii fizice. Acest din urmă antrenament include salturi acrobatice, salt de la trambulină în piscină, „roata cu minere“ etc. Spre exemplu, după tulburările cauzate de Gherman Titov, al doilea om în Cosmos, în cadrul pregătirii sale, Andrei Nikolaev a acordat multe ore antrenării la balansoar, mersului pe birnă, „roții cu minere“ și, mai ales, rotirii capului, astfel încît

¹ Numită și „boala de mișcare“...

colegii săi obișnuiau să spună, văzîndu-l cit de multe rotiri făcea, că „are capul montat pe bile“ sau că „într-o zi va ajunge să-și desurubeze complet capul“...

Cu titlu de informare, iată și un program de antrenament în acest sens propus cosmonauților, piloților de vînătoare, dar și celor care trebuie să lucreze la înălțime, de un specialist sovietic: efectuarea de mișcări ale capului la dreapta, la stînga, în față și în spate; apoi mișcări de rotație în sensul acelor ceasornicului și invers. Fiecare exercițiu se va executa timp de un minut, cu frecvența de patru mișcări pe secundă (!); după 3—5 s de repaos, se trece la exercițiul următor și așa mai departe... Dacă în fiecare zi un om cu organismul sănătos execută cite două ședințe cu duratele de la 3 la 10 minute, se afirmă că orice tulburare a sistemului vestibular, provocată de factorii cosmici, în special de imponderabilitate, va putea fi foarte ușor suportată!

Desigur, nu indemnăm pe cititor să pună imediat în practică acest program, dar se poate ușor aprecia că este extrem de util pentru pregătirea celor care vor avea de suportat „agresiuni“ ai unor factori neobișnuiți (imponderabilitate, suprasarcini, lucru în altitudine etc.) asupra sistemului care coordonează echilibrul. De asemenea, pare a fi de înțeles, fără prea multe explicații, faptul că un individ care este bine fixat în scaunul său de pilot etc. (chiar și în fotoliul dintr-un mijloc de transport terestru!), poate suporta mai ușor aceste dificultăți senzoriale. În acest sens se menționează experiențele efectuate de medicul american din aeronautica militară, dr. H. Strughold, care a anesteziat proprii mușchi fesieri înaintea unui zbor în care l-a rugat pe pilot să efectueze cîteva lupinguri¹. Deși era obișnuit cu acrobația aeriană, dr. Strughold a avut senzații din cele mai dezagreabile, simțindu-se extrem de dezorientat, pîrîndu-i-se că se mișcă într-un „fel de vîrtej“...

Excitarea sistemului vestibular prin mișcări de rotație, accelerații/decelerații etc. provoacă (prin intermediul sistemului nervos central) deplasări anormale ale globilor oculari și activități musculare care strică echilibrul corpului, provocînd amețeli, apoi chiar paliditate, vomismente, scăderea tensiunii arteriale, încetinirea pulsului, dureri abdominale etc. Se cunosc asemenea fenomene întîlnite de cei care au zburat cu aeronavele de transport pasageri, în evoluție în zone foarte agitate ale atmosferei (furtuni la altitudini ridicate, „termică“ accentuată, curenți turbionari etc.).

¹ Luping (Looping) — evoluție acrobatică în care un aparat de zbor pilotat descrie o buclă în plan vertical, urmată de redresarea lui.

Cel care este cuprins de amețeli simte o senzație neplăcută de rotație a sa în jurul obiectelor înconjurătoare sau, mai adesea, a acestora în jurul său; se adaugă, de regulă, greață, pierderea echilibrului, palpitații, sudoare rece pe corp, crampe musculare etc.

În cazul accelerațiilor (decelerațiilor) puternice care pot apărea atunci când un avion coboară într-un picaj rapid, respectiv iese din această evoluție, forțele inerțiale care apar influențează puternic labirintul, mai ales dacă pilotul întoarce capul într-o direcție oarecare, deoarece el va modifica brusc direcția de acționare a respectivelor forțe. Fenomenul, descris încă din 1829 de savantul Gaspard de Coriolis (1792—1843)¹ și care a primit denumirea de „efectul Coriolis“, dacă se petrece repetat, atunci provoacă vertijul și greața amintite, cunoscute ca „boala de mișcare“ (sau „rău de mare“, „rău de zbor“); mai corect ar fi trebuit să fie numită „boala de accelerație“! Există, desigur, medicamente care, acționând ca un fel de sedative asupra sistemului nervos central, sînt utile în combaterea „bolii de accelerație“: beladona, scopolamina, romerganul, amitalul etc; mai recent, scopodermul, fabricat de Ciba—Geigy, nu are efecte secundare.

În mod similar, în imponderabilitate se modifică esențial activitatea organului vestibular, lichidul endolimfatic, otolitele pierzîndu-și din proprietățile lor fiziologice datorită „disparației“ greutății; ca urmare, impulsurile nervoase emise de la acest organ pentru a asigura echilibrul etc., își modifică periculos sensul și valoarea, acționînd, așa cum aminteam la paragraful anterior, ca un fel de „excitatori negativi“.

Din fericire pentru cosmonauți și, am putea adăuga pentru viitorul acestei minunate activități umane care este cercetarea Cosmosului, omul posedă sensibilitate musculară, sensibilitate cutanee și, cel mai important, aparatul vizual care, nu sînt influențate de cîmpurile de forțe gravitaționale!

O foarte interesantă experiență în acest sens a fost efectuată, sub îndrumarea medicilor aeronautici, de un grup de cosmonauți sovietici: încălțați cu ghetă magnetice, ei s-au deplasat în timpul scurtei faze de imponderabilitate petrecute în avionul-laborator) pe pereții verticali ai încăperii amenajate special pentru supraviețuirea acestui test au declarat că nu și-au putut da seamă că nu se deplasează pe „dușumea“ decît după ce s-au uitat pe hublourile aparatului! Aceleași efecte false le-au avut (și declarat!) mai

¹ Se va reveni în cap. 5.

mulți piloți de avioane reactive care, în stare de imponderabilitate, au avut senzația — falsă, bineînțeles — că zboară cu capul în jos (!), convingîndu-se că greșesc abia după ce au consultat panourile cu aparatele de bord!

Problema constă în aceea că imponderabilitatea poate să provoace deformarea senzațiilor obișnuite, deoarece sistemele senzoriale conțin organe a căror funcționare se supune legilor forțelor gravitaționale și, ca urmare, pot transmite informații eronate și contradictorii! Văzul și, într-o măsură, evident mai redusă, simțul pipăitului, încearcă să compenseze aceste deficiențe, corectînd erorile. Fără îndoială, trebuie să avem în vedere că, dacă subiectul în condiții de imponderabilitate și cu asemenea tulburări de echilibru are un „singă rece“ de regulă obișnuit piloților de avion, fiind ajutat și de simțurile amintite, poate trece foarte repede peste dificultățile puse de instaurarea stării de imponderabilitate. Atunci cînd, deși toate aceste condiții sînt îndeplinite, nu se depășesc relativ repede, amețelile și tulburările de orientare — cazul, se pare al cosmonautului Gherman Titov (care a acuzat amețeli prelungite, mai ales cînd întorcea capul în diverse direcții) —, atunci se ajunge la momente critice, care cer adoptarea unui anumit regim de lucru în Cosmos și chiar o medicație corespunzătoare.

Atît dr. cosmonaut Boris Egorov, cit și medicul american dr. Charles Berry au apreciat că tulburările senzoriale pot avea ca declanșator aglomerarea de singe către zona cerebrală, deci o nedistribuire a masei sanguine, în raport de alternarea accelerației (decelerații)-stare de imponderabilitate. De altfel, toți cosmonauții participanți la misiunile „Soiuz“ 4, 5, 6 și 7 au declarat că, imediat înainte instalării stării de imponderabilitate, au simțit o aglomerare a singelui către cap, ca și cum „ar fi zburat cu capul în jos“!

Încă de la primele experiențe care asigurau subiecților umani o scurtă stare de imponderabilitate, atenția specialiștilor a fost atrasă de dificultatea pe care o întîmpinau majoritatea celor care se antrenau, în a-și asigura coordonarea mișcărilor voluntare. De importanța acestei probleme și-au putut da mai bine seama organizatorii și conducătorii misiunilor spațiale, de-abia atunci cînd durată zborurilor s-a dovedit a fi tot mai mică față de necesitățile programului de experiențe și testări pe orbită, inclusiv de faptul că imprecizia unor mișcări sau gesturi putea duce la apariția unor defecțiuni de-a dreptul periculoase pentru reușita și securitatea întregului zbor.

Primele teste făcute de cosmonauți, la indicația medicilor, pentru a verifica gradul de precizie în coordonarea mișcărilor în timpul instalării stării de imponderabilitate la bordul cabinei spațiale, au inclus trasarea de x -uri pe diagonala unei foi de caiet de aritmetică fixat pe peretele cabinei, respectiv de aruncare la o simplă țintă (fixată tot de peretele cabinei), a unei mici săgeți de genul celei cu care se joacă copiii... În ambele teste s-a constatat dificultatea trasării cruciulițelor precum și faptul că *toți* subiecții testați aruncau prin vizare *prea sus*! Dar tot ca o constatare generală a fost și faptul că, după antrenamente asidue, se reușea ameliorarea performanțelor, *dacă* se reușea și evitarea de a face mișcări bruște cu tot corpul, ceea ce-l aducea pe cosmonaut să se deplaseze mult în direcție opusă!...

Mecanismul „tulburărilor de coordonare” a fost evidențiat de o experiență pusă la punct cu ajutorul cosmonauților sovietici: după ce s-au antrenat să provoace un efort muscular de ordinul a 750 g (și nu mai mult ori mai puțin!), o parte din cosmonauți au repetat experiența în stare de imponderabilitate... Cu excepția lui Valeri Bikovski, care s-a înșelat foarte puțin, toți ceilalți au „reușit” să se abată foarte mult: între 250 și 1 125 g! Au trebuit efectuate mai multe zboruri în avionul-laborator, care parcurgea orbitele kepleriene stabilite, pentru ca aceștia să poată reveni la efortul „învățat”... Explicația revine ușor, dacă ne reamintim că în prezentarea evenimentelor mai deosebite pe care le-a avut în timpul misiunii sale, Gherman Titov afirma că în timpul somnului i se ridica singur brațul stâng, plutind liber în spațiu! Evident, nu este nimic surprinzător în faptul că, urmind reflexe bine aprofundate în timpul mișcărilor „terestre” obișnuite, cosmonauții aflați în imponderabilitate dezvoltă eforturi disproporționate, exagerând mișcărilor, gesturile și eforturile, chiar cele mai simple; după mai multe zboruri experimentale în avionul-laborator, se reușește, îndeobște, să se obțină o coordonare satisfăcătoare a activității motrice... Desigur, se mai întâmplă citeodată și unele situații ilariante; spre exemplu, cei de la bordul stațiilor sau navelor orbitale trebuie să fie foarte atenți cu lucrurile proprii, creioane, tocuri, carnete, ceasuri de mână etc., căci lipsite de greutate acestea pot ajunge pe nesimțite și foarte repede în exact partea opusă a stației orbitale. Astfel, Iuri Romanenko și Gheorghi Greco, în stația „Saliut 6” („Soiuz 26” — „Saliut 6”, 10.12.1977 — 16.03.1978), au trebuit să caute timp de o oră și jumătate un container cu ciuperci pe care nu-l fixaseră la timp!... Vladimir Liachov („Soiuz 32” — „Saliut 6”) și-a căutat ceasul timp de o săptămâ-

mină; disperat, a început să-și deșurubeze sacul de dormit să vadă dacă nu cumva ceasul a nimerit după panou. Aici a găsit însă bilețelul „Ei bine, să știi că am căutat deja aici”, scris în glumă de Alexandr Ivancekov încă în timpul zborului precedent! În cele din urmă ceasul a fost găsit pe ventilator, unde fusese absorbit de fluxul de aer. Desigur, asemenea rezultate ale imponderabilității nu prezintă nici un pericol, cosmonauții obișnuindu-se destul de repede cu lipsa greutății obiectelor și chiar a corpului lor. După cum au declarat majoritatea lor, după 5—7 zile de la instalarea navei lor pe orbită, senzația de inconfort dispare, ei deplăsindu-se fără vreun inconvenient cu capul „în jos” sau dormind „pe plafon”! Mai mult, pe parcursul șederii lor în spațiu, cosmonauții au luat cu ușurință notițe sau au făcut însemnări în cartelele de bord, au folosit aparatele de fotografiat, au procedat la observații și diverse experimente științifico-tehnice, au orientat corect aparatele orbitale, au efectuat manevre uneori destul de complicate, folosind chiar comenzile manuale pentru revenirea pe sol. Dintre manevrele mai deosebite care au fost realizate de astronauți în imponderabilitate, pe locul prim se află, fără îndoială, excepționala performanță a lui Iuri Gagarin, primul om care a zburat în Cosmos, precum și coborîrea comandată manual de Neil Armstrong pe Selena cu modulul său lunar numit „Vulturul”... Dramatică expediție „Apollo 13”, în care modulul lunar a fost adus în situația de „șalupă de salvare” cosmică de echipajul condus de Jim Lovell (dintre care John „Jack” Swigert a decedat în anul 1982), deține un loc de marcă în ceea ce înseamnă competența profesională și cunoștințele de zbor cosmic pentru transformarea unei misiuni aproape tragice într-o adevărată victorie a omului asupra Cosmosului! Neil Armstrong și David Scott stăpînind mișcărilor dezordonate ale navei cosmice „Gemini”-8 (16 martie 1966); Valentina Tereșkova-Nikolaeva stăpînind comenzile navei („Vostok 6”, 16 iunie 1963), prima femeie pe orbită; ieșirea în spațiul liber a cosmonautului Alexei Leonov (18 martie 1965); aterizarea primilor pămînteni, Armstrong și Aldrin, pe Lună (iulie 1969), primii „sateliți umani” pe orbită, Bruce McCandless și Robert Stewart (februarie 1984), iată numai câteva exemple de ce reprezintă necesitatea prezenței umane în navele spațiale, ca o condiție a apropierii momentului cînd omul va locui în „orașele cosmice”!

Revenind la neajunsurile practice pe care le provoacă instalarea imponderabilității, trebuie să arătăm că majoritatea au

provenit din lipsa unor curenți de convecție obișnuiți în condițiile ponderabilității terestre, dar, evident, absenți pe orbită; ca urmare, pentru ca membrii echipajelor cosmice să nu se autointoxice cu bioxidul de carbon respirat de fiecare dintre aceștia și care ar urma să plutească, nestinjenit de nimic, în fața oricăruia (!), au trebuit instalate ventilatoare.

Acest pericol a fost evident cu ocazia dramaticului periplu spațial „Apollo 13” când, din cauza lipsei de energie electrică nu au funcționat ventilatoarele din cabina de comandă, motiv în plus (alături de lipsa de căldură și lumină) care a obligat echipajul să se refugieze în modulul lunar, supranumit, cum am văzut deja, „șalupa de salvare” a expediției... O altă dificultate se evidențiază atunci când cosmonauții doresc să se alimenteze sau să bea: conținutul vaselor sau al paharelor se poate răspîndi în interiorul cabinei, putînd provoca chiar întreruperea misiunii! Desigur, am mai insistat asupra faptului că tot ceea ce nu este bine fixat riscă să fie pierdut de respectivul posesor sau utilizator; în afara exemplor date, trebuie menționat că chiar Gagarin a „inaugurat” acest inconvenient, pierzîndu-și creionul!

În expediția „Gemini 5” astronautii Charles Conrad și L. Gordon Cooper se plingeau „Pămîntului” că nu-și mai găsește instrumentele cu care trebuiau să efectueze unele experimente: „...avem atîtea de făcut și nu mai ajungem să prîdîdim să ne descurcăm printre toate aceste obiecte care pur și simplu plutesc în jurul nostru. Este cu adevărat imposibil...” Pentru a se bărbieri a trebuit inventată o mașină specială de ras care și să colecteze firele de barbă care, altfel, plutind prin atmosfera cabinei, puteau să o polueze!

Așa cum astronautii din misiunile pînă la „Apollo 12” și cosmonauții pînă la misiunea „Soiuz 9” nu s-au putut bărbieri în Cosmos, revenind cu niște bărbî impresionante pe Terra, tot așa pînă la laboratoarele orbitale „Skylab” și „Saliut 5” nu s-a putut vorbi de o igienă corectă a cosmonauților menținuți mai multe săptămîni în Cosmos. Dormitul a fost o problemă soluționată numai printr-o bună „ancorare” în sacii de dormit, chiar dacă se dispunea de loc suficient pe fotolii sau chiar un fel de fotolii-pat („Skylab” și „Saliut”), deoarece, conform expresiei echipajului de pe „Soiuz 4 și 5” „...te simți mult mai bine și nici nu riști să te pierzi!” În imponderabilitate mersul este o problemă, deplasarea în cabină trebuie efectuată cu atenție și chiar trebuie „învățată” și „exersată”, deoarece cel mai mic efort necontrolat propul-

sează pe imprudent în sens contrar, putîndu-i chiar provoca mici incidente...

Încetul cu încetul, astronautii se obișnuiesc cu noua stare, le dispare teama de necunoscut (de fapt, aceasta este chiar sarcina etapelor de antrenament din avioanele care parcurgeau orbite kepleriene destinate reproducerii condițiilor de simulare a gravitației nule pe un anumit interval de timp). După cîteva zboruri de antrenament în aceste laboratoare-volante, candidații la zborul spațial se familiarizează cu coordonarea mișcărilor, cu senzațiile noi întîmpinate cu ocazia „plutirii libere”. Iată însă că tocmai la finele zborului spațial se produc dificultăți mai mari: cosmonauții nu-și mai „cunosc” greutatea, au senzația că obiectele sînt mult mai grele; astfel, medicii au constatat o reducere a volumului inimilor și mușchilor lui Andrian Nikolaev și Vitali Sevastianov după zborul lor de 18 zile (1—19 iunie 1970); ambii se țineau cu greu pe picioare, dovedind cit este de greu să te readaptezi la gravitația terestră după ce ai „neglijat”-o atîta timp!... Cosmonautul Gheorghe Greco spunea: „...ai sentimentul că îți revii după o boală grea... Greutatea terestră creează mari dificultăți corpului; chiar servitul mesei este anevoios, deoarece stomacul s-a dezobîsnuit cu greutatea alimentelor...”

Viața în imponderabilitate este nefirească pentru om, inactivitatea mușchilor putînd conduce la o slăbire a organismului, fără a mai vorbi că uneori se produce chiar o creștere în lungime (înălțime) a oamenilor spațiului (cazul unuia din echipajele laboratorului spațial „Skylab”, condus de Gerald P. Carr); soluția este un continuu antrenament chiar pe orbită, pentru menținerea unei bune forme sportive. Iată motivul pentru care membrii echipajelor care stau mult timp în Cosmos, în condițiile imponderabilității și ale unui spațiu totuși destul de restrîns, trebuie să efectueze un antrenament riguros menținut, folosind pista rulantă, велоergometrul, extensoarele etc., chiar cîte 2—3 ore zilnic!... Pentru „lupta” zilnică cu imponderabilitatea, cosmonauții folosesc niște treninguri speciale, avînd incluse în țesătură niște benzi de cauciuc destinate să provoace, la fiecare mișcare, solicitări pentru mușchi, în vederea compensării lipsei greutății care provoacă în mod sigur „moleșirea” acestora!... Deși ar părea la prima vedere paradoxal, cu cît omul petrece mai mult timp în imponderabilitate, el se va adapta mai bine la condițiile acesteia! Dar despre acest aspect vom reveni într-un paragraf următor.

Pentru a se cunoaște mai bine capacitatea și productivitatea muncii intelectuale a cosmonauților în imponderabilitate s-au

folosit teste psihologice, rezultatele fiind înscrise pe bandă și retransmise stațiilor de la sol pentru analiză detaliată; din aceste analize se putea determina cum funcționează sistemul nervos în imponderabilitate, pe diferite perioade ale misiunii cosmice; de asemenea, din analiza scrisului și desenelor efectuate în imponderabilitate s-a putut stabili gradul și rapiditatea adaptabilității la noile condiții ale fiecărui subiect uman analizat...

*
* *
*

Cu ocazia ultimului zbor din anul 1982 al navetei spațiale „Columbia“, de fapt primul din seria zborurilor operaționale, a trebuit ca specialiștii de la „Centrul de dirijare a misiunilor spațiale“ să contramandeze ieșirea astronautilor în spațiul liber, conform programului de zbor, din cauza unor dificultăți de comportament ale acestora, care acuzau suferințe provocate de misterioasa „maladie a Cosmosului“... S-a constatat că o dată cu stabilirea imponderabilității, la bordul oricărui aparat spațial locuit, membrii echipajului acuză în faza inițială prezența unor iluzii optice, tulburări de orientare și chiar o dezorientare marcantă. Senzația de cădere în gol este uneori așa de puternică încât provoacă, la unii dintre astronauti, o adevărată stare de panică, asemănătoare simptomului numit de un specialist „spaima de la sfârșitul lumii“! Cel atins de acest simptom se comportă ca și cum ar fi căzut în apă și este în pericol de a se îneca, are o expresie a feței semnificativă, scoate sunete nearticulate, pupilele se dilată etc. Unii specialiști pun în legătură aceste tulburări cu simptomatologia bolnavilor cu acuze psihosenzoriale; unii fac decompensări brutale, de parcă ar fi fost atinși de un trăsnet!...

Informațiile greșite furnizate de organele de simț, în special aparatul vestibular, în imponderabilitate, fac ca subiectul aflat în această stare să aibă impresia că totul se rotește într-un fel de scrincioabă infernală! În plus, în afara acestor tulburări senzoriale, imponderabilitatea poate provoca și tulburări ale sistemului nervos vegetativ, evidențiate prin simptome similare răului de mare: paliditate, slăbiciune generală, transpirație abundentă, amețeli, vomismente, grețuri etc.

Deși candidații la zborul cosmic au fost aproape totdeauna selecționați dintre cei care, în afara unei perfecte sănătăți, aveau și o bogată experiență de zbor sau și de parașutism, totuși au existat

și cazuri când imponderabilitatea le-a jucat feste deloc plăcute. Cazul cosmonautului sovietic Gherman Titov este bine cunoscut și a provocat amplificarea excesivă chiar a antrenamentelor suportate de Andrian Nikolaiev, cel care a primit apelativul de „cosmonautul nr. 3“; la bordul navei „Mercury 9“, L. Gordon Cooper nu a avut deloc poftă de mâncare, iar K. Feoktistov și B. Egorov, la bordul navei „Voshod“, au resimțit senzații dezagreabile în regiunea epigastrică.

Știind că reacțiile sistemului nervos vegetativ determină într-o mare măsură starea generală a organismului, este de înțeles ce atenție s-a acordat preîntâmpinării instalării acestei maladii. Desigur, în primă aproximație s-a atribuit cauza acestei „maladii a spațiului“ tulburării funcționării aparatului vestibular ca urmare a instalării imponderabilității, labirintul fiind legat funcțional-anatomic de centri vegetativi ai sistemului nervos central. Un lucru fusese însă omis: la Titov tulburările se manifestaseră abia după câteva ore de la instalarea imponderabilității!? De-abia prin anii 1966 aceste concepții simpliste au fost revăzute și s-a demonstrat existența unor interacțiuni foarte complicate: instalarea imponderabilității se face după ce tot ceea ce este la bordul unei rachete, deci inclusiv pilotul ori membrii echipajului, au fost supuși factorilor perturbatori provocați de condițiile lansării: accelerații, suprasarcini, vibrații, zgomote, într-un cuvânt un stres deosebit care, dacă în condiții normale ar fi rămas fără urmări, în condițiile „lipsei de greutate“ declanșează „maladia spațiului“. La aceasta mai pot contribui radiațiile ionizante și alți factori (hipoxia, intoxicațiile cu CO₂ etc.), afectând organe interne apte să declanșeze simptomatologia „maladiei“. Spre exemplu, chiar atunci când trebuia să pătrundă în modulul lunar spre a-l testa în conformitate cu programul de zbor al misiunii „Apollo 9“, astronautul Russell Schweickart a avut puternice vomismente...

De notat că tulburările sistemului nervos vegetativ se dezvoltă mult mai rapid și prezintă un caracter mai stabil atunci când fenomenele se petrec în întuneric, probabil deoarece informațiile destinate „ieșirii din dificultate“ provenite de la organul văzului nu mai pot ajuta subiectului în cauză. Acum se știe că mușchii din zona cefei joacă un rol important în mecanismul echilibrului; mai multe experiențe efectuate asupra animalelor au condus la ideea că impulsurile nervoase provenind de la acești mușchi pot să provoace ele însele o excitabilitate mărită a centrilor care comandă vomismentele. Desigur, sînt și păreri opuse; apariția și instalarea

„maladiei cosmosului“ la unii cosmonauți, în timp ce alții nici nu se întâlnesc cu ea, îi fac pe specialiști să ajungă la concluzia că această „maladie“ constituie un fenomen mult mai complex decît s-a crezut pînă acum...

CÎT TIMP SE POATE TRĂI LA $g = 0$?

În paragraful precedent se amintea despre greutatea de a se adapta din nou la condițiile terestre, suferită de mulți din astronauți, după revenirea pe Terra, la finele unei misiuni spațiale, mai ales cînd aceasta a avut durată mare. Mai înainte de a prezenta unele aspecte interesante legate de acest fenomen, care a preocupat și preocupă foarte mult pe medicii din laboratoarele de studiere a efectelor imponderabilității și suprasarcinilor aferente zborurilor cosmice îndelungate asupra organismului uman, considerăm necesar a sublinia efectele menționate asupra aparatului circulator uman și în primul rînd asupra inimii. La începutul „aventurii spațiale“ existau specialiști care preziceau viitorilor zburători spațiali posibilitatea unei morți rapide, ca urmare a imposibilității „pompei sanguine“ de a se adapta la condițiile de greutate nulă: pentru irigarea regiunilor *superioare inimii*, aceasta ar avea de îndeplinit un travaliu mai redus, în schimb revenirea singelui urma să fie încetinită datorită lipsei atracției gravitaționale... La fel, susțineau aceeași „vajnici“ apărători ai „omului față de vitregia Cosmosului“, pentru irigarea vaselor din membrele inferioare etc., situate *sub inimă*, efortul ar fi, de asemenea, modificat, estimîndu-se o accelerare a circulației venoase! În fine, neținînd nici un moment seamă că pe orbită dispar efectele aferente pozițiilor de „jos“ și „sus“, aceiași „specialiști-predicatori“ se alarmau că datorită dispariției presiunii hidrostatice în artere, va rezulta o coborîre brutală a tensiunii vasculare, cu consecințe dezastruoase...

Încă după lansarea primelor animale de experiență pe orbită, Laika și Ham, s-a căzut în cealaltă extremă: zborul pe orbită va constitui cel mai bun mijloc pentru a asigura un binemeritat repaus pentru organul central al sistemului circulator, atît de solicitat încît nu-și poate permite nici un moment de odihnă!

Ambele opinii s-au dovedit exagerate și necorespunzătoare adevăratelor condiții de lucru pentru inima organismelor umane amplasate în cabine cosmice; se poate construi un tablou complet al comportamentului standard al inimii pe orbită, bineînțeles în afara cazurilor neobișnuite. În minutele imediat anterioare lansării, majoritatea organismelor acuză o creștere a ritmului cardiac (100—110 bătăi/minut) datorită factorului emoțional, care se manifestă chiar la piloții foarte bine antrenati și pregătiți psihologic pentru respectiva misiune... Tahicardia subsistă și în perioada activă, deci de funcționare a motoarelor rachetei purtătoare. Mai mult chiar, ea se accentuează sub influența supra-sarcinilor care însoțesc totdeauna această importantă perioadă a zborului spațial; în același timp, tensiunea arterială se ridică și ea. O dată cu instalarea stării de imponderabilitate, uneori după trecerea chiar a citorva ore, pulsul astronautului revine la normal, coborînd uneori chiar sub acesta. În orice caz, ritmul de revenire la normal este mai lent decît în cazul cînd, pentru simularea supra-sarcinilor, s-a făcut apel la o centrifugă!...

Cu ocazia zborului navelor cosmice „Soiuz“ 6, 7 și 8 (11—13 octombrie 1969), pe orbită s-au aflat în condiții foarte apropiate nu mai puțin decît șapte cosmonauți sovietici: Gheorghe Sonin, Valeri Kubasov, Anatoli Filipcenko, Vladislav Volkov, Viktor Gorbatko, Vladimir Satalov și Alexei Eliseev. Cu această ocazie au fost înregistrate numeroase date privind evoluția funcțiilor cardiace și respiratorii ale membrilor echipajelor celor trei nave cosmice. Aceste date, cu caracter aproape statistic, dar foarte apropiate între ele, dau măsura felului cum evoluează, de regulă, acești parametri principali, cu ocazia pregătirii anterioare zborului și a primei părți a acestuia. Astfel, dacă în dimineața zilei de start ritmul cardiac era de 88—104, cu o scădere în timpul pregătirilor imediat înaintea lansării, el creștea foarte elocvent la 84—104 cu circa 5 minute înaintea startului, atîngînd 92—110 bătăi/minut în timpul fazei zborului propulsat, normalizarea survenind abia după parcurgerea a 6—8 rotații în jurul planetei...

Această stabilitate a parametrilor fiziologici menționați mai sus este, totuși, destul de relativă, deoarece la majoritatea zburătorilor spațiali s-a putut remarca o deosebită exagerare a reacțiilor psihologice normale (evident, în condițiile terestre): inima parcă se „ambalează“ la cel mai mic efort, tensiunea arterială cunoscînd oscilații destul de abrupte și foarte periculoase. După declarațiile post-misiune ale cosmonautului-medic Boris Egorov, valoarea de

120 mm „instalată“ la membrii echipajului, din care a făcut și el parte (nava „Voshod-1“; 12—13 octombrie 1964), a fost urmată, o dată cu imponderabilitatea, de o coborire netă a tensiunii la 95 mm... Mai mult, așa cum scria el în raportul de specialitate întocmit după încheierea misiunii: „...era suficient cel mai mic efort pe care-l efectuam, de exemplu să ne ridicăm din fotoliu și să „urcăm“ deasupra lui (erau în imponderabilitate, n.a.) pentru ca să putem vedea ridicându-se coloana (tensiometrului, n.a.) la 140 mm, în timp ce efortul similar de ridicare din scaun, dar pe Terra, se traducea într-o diferență de numai 5—10 mm“. Și în continuare: „...acest fenomen ni s-a părut că este asociat cu modificarea activităților coordonate și precise ale sistemelor (organismului, n.a.), care contribuie la reglarea funcțiilor cardiace în condițiile gravitației normale“.

Au urmat numeroase studii și observații atât asupra animalelor de experiență în sateliții biologici, cât și a membrilor echipajelor spațiale pe durate din ce în ce mai mari... Odată cu precizarea că organismul „pare“ să se adapteze la condițiile imponderabilității, s-a emis și importanta idee că după zboruri îndelungate pe orbită, la revenirea pe Terra organismul „oamenilor spațiului“ va avea de învins grave dificultăți și chiar deteriorări ale unor sisteme sau funcțiuni ale organismului care, după ce se adaptaseră relativ comodelor condiții aferente evoluției la $g = 0$, le va veni infinit greu să revină la starea normală de pe Terra... Mai mult, o dată cu prelungirea stării de imponderabilitate, s-a putut constata că organismul uman suferă transformări importante al căror mecanism nu este nici acum suficient cunoscut și despre ale căror urme „înscrise“ în ansamblul organismului nu se știe dacă nu pot provoca complicații serioase la revenirea din Cosmos.

Atenția a fost polarizată de sistemul circulator: nu cumva inima, care a beneficiat de un fel de „cură de odihnă“ în imponderabilitate, nu va putea să „facă față“ lucrului intens al activității continue terestre?! În principal, aceste aprecieri se bazează și pe faptul, demonstrat de unii specialiști (de exemplu dr. H. von Beckh), că adaptarea la starea de imponderabilitate provoacă un fel de reducere a rezistenței organismului la suprasarcini; știind care sînt condițiile, în acest sens, la revenirea din Cosmos, pe perioada puternicelor frînări ale cabinei cosmice (aparaturii de coborire, în cazul navelor cosmice de tip „Soiuz“), cînd se pot „încasa“ ușor 8—10 g, medicii au cerut, așa cum se arată într-un paragraf anterior, atât modificarea sistemului de frînare la coborirea din spațiu, cât și instaurarea unui program de educație fizică

la bordul navei, menit nu numai să mențină tonusul muscular, dar, mai ales, să asigure un program de eforturi susținute sistemului circulator...

Deciziile foarte vehement apărute de medicii puși să vegheze la menținerea sănătății „oamenilor spațiului“ s-au bazat nu pe aprecieri teoretice sau calcule de laborator, ci pe senzațiile trăite de diverși astronauti la revenirea pe sol și chiar după aterizare; este cazul astronautului american Walter Schirra, caz foarte des citat în literatura de specialitate, care a prezentat la revenire o adevărată stare de sincopă, dar și fenomenele pe care le-au parcurs Konstantin Feoktistov, Boris Egorov, L. Gordon Cooper și Frank Borman; la fel ca și ei, Valentina Tereshkova-Nikolaeva a acuzat după zbor tulburări mai mult sau mai puțin pronunțate ale sistemului cardio-vascular care — în majoritatea cazurilor — au persistat chiar citeva ore după revenirea pe sol. Acest fenomen a fost întâlnit și la membrii echipajelor navelor cosmice „Soiuz“ 6, 7 și 8, dar mai ales la echipajul Andrian Nikolaev-Vitali Sevastianov, la care adaptarea la condițiile terestre a fost dificilă: „La aterizare — spunea comandantul navei „Soiuz 9“ (1—19 iunie 1970) — mi-a fost extrem de greu să mă ridic din fotoliu și a trebuit să fiu ajutat de tovarășii din echipa de recuperare. Tot corpul mi se părea că s-a îngreunat dintr-o dată, iar această senzație nu a dispărut decît după vreo cinci-șase zile...“. De altfel, ambii cosmonauți au avut, timp de citeva zile, o instabilitate cardiacă, care a făcut obiectul unei atenții deosebite a medicilor, deși ea nu punea nici un moment sub semnul întrebării starea lor de sănătate generală. Astfel, cel puțin pînă la finele anilor '60—'70, dacă adaptarea la imponderabilitate dura cel mult 3—4 zile, datorită programului de antrenament parcurs la sol anterior zborului, în schimb readaptarea la condițiile normale cerea pînă la zece zile!

O dată cu punerea la punct a sistemului tehnic „Soiuz — Salut — Progress“, care permitea sejururi practic oricît de îndelungate în Cosmos, a trebuit pregătit și un program adecvat de pregătire la sol a echipajelor spațiale, dar, mai ales, de menținere în cea mai bună condiție fizică chiar pe orbită. Ca urmare, am putut asista, în perioada anilor 1978—1983, la o serie de recorduri de durată în spațiu, ai căror eroi au fost indiscutabil cosmonauții sovietici: între 10 decembrie 1977 și 16 martie 1978, Gheorghi Greciko și Iuri Romanenko; între 15 iunie 1978 și 2 noiembrie 1978, Vladimir Kovalionok și Alexandr Ivancenkov; între 26 februarie și 16 august 1979, Vladimir Liahov și Valeri Riumin;

între 9 aprilie și 11 octombrie 1980, Leonid Popov și Valeri Riumin; între 13 mai și decembrie 1982, Anatoli Berezovoi și Valentin Lebedev. Un loc aparte în zborul pe orbită îl deține primul echipaj al laboratorului spațial vest-european „Spacelab“, care a evidențiat capacitatea vieții și lucrului primilor astronauți-specialiști într-un aparat cosmic transportat pe orbită și adus pe Terra după îndeplinirea misiunii în Cosmos. Este vorba de echipajul de specialiști format din Ulf Merbold (doctor în spectroscopia metalelor prin tehnologie nucleară, din R.F. Germania), Byron K. Lichtenberg (doctor în fizică, S.U.A.) care, împreună cu Owen Garriott și Robert Parker au constituit grupa de specialiști din misiunea STS-9 (noiembrie 1983), naveta spațială fiind pilotată de cuplul John Young (la a șasea misiune în Cosmos!) și Brewster Shaw. Cu ocazia acestui zbor s-a demonstrat că și pentru specialiști, a căror pregătire anterioară nu se poate totuși compara cu aceea a aviatorilor care zboară curent pe avioanele supersonice, zborul cu ansamblul format din naveta spațială și „Spacelab“ nu a pus probleme medico-biologice deosebite.

Revenind la rezultatele medicale ale zborurilor de lungă durată, trebuie arătat că s-a confirmat ideea privind faptul că cu cât omul se află mai mult timp în imponderabilitate, cu atât se adaptează mai mult la această neobișnuită stare. După 120 de zile, în sine se înnoiesc complet eritrocitele și o mare parte din celule. Noile globule și celule sanguine nu mai „știu“ ce înseamnă cimpul gravitațional terestru și valoarea de $9,81 \text{ m/s}^2$ a accelerației greutății pe Terra... Specialiștii s-au străduit să afle cum se vor comporta acestea după terminarea zborului cosmic! Cercetări minuțioase au arătat că se modifică numai numărul eritrocitelor nu și calitatea lor, ceea ce este deosebit de important.

În acest fel, medicina a putut să evidențieze că după efectuarea chiar a unor zboruri cosmice îndelungate nu apar procese ireversibile; mai mult, datorită unui regim de muncă, educație fizică și odihnă al cosmonauților, întocmit cu multă atenție, perioada de readaptare pe Terra a participanților la „maratonul spațial“ de 175 zile, sau la cel de 211 zile, ca și în cazul recordului de 237 zile¹, s-a desfășurat în condiții mult mai bune decât la echipaje care executaseră anterior zboruri mai puțin îndelungate. De altfel, Valeri Riumin este unicul dintre cosmonauți care și-a menținut greutatea neschimbată de la start și până la aterizare, iar după

șapte luni a putut să pornească din nou într-o expediție cosmică de lungă durată... Deci, aflarea timp de șase luni pe orbită nu este pentru om o limită...

Și totuși, au fost cazuri când zborul cosmic s-a tradus în pierderi de greutate importante pentru participanții la „aventura spațială“; este cazul unor zboruri anterioare, pierderile de greutate fiind determinate parțial de deshidratări marcante și apoi de o activitate musculară redusă. Dacă la piloții navelor „Gemini“ se ajungea chiar la pierderi de până la 4,5 kg (ca și pierderi de calciu până la 15% în țesuturile osoase), la navele „Apollo“ acestea s-au redus la cel mult 1,5–2 kg. Cu o excepție: zborul dramatic „Apollo 13“ a provocat protagoniștilor săi, Lovell, Haise și Swigert, o pierdere de greutate cuprinsă între 2,5 și 5 kg... Explicația este, însă, aici ușor de dedus! La fel, cosmonauții sovietici participanți la zborurile navelor „Soiuz“ din perioada '70–'80 au slăbit până la 2–4 kg, deși aceste pierderi de greutate se compensau, de regulă, în primele zile după reîntoarcerea pe Terra.

Deoarece animalelor de experiență nu li s-a putut organiza și un program de antrenament de educație fizică pe orbită (!), atunci când Veteriok și Ugoliok au fost scoși din cabina lor de „căței cosmici“, organizată la bordul satelitelui „Cosmos 110“ (22 februarie–14 martie 1966), pierduseră 26% și respectiv 32% din greutatea lor, abia mai putându-se ține pe cele... patru labe!... Fenomenul fiind obișnuit întâlnit la cei spitalizați timp de mai multe luni (și reprodus cu ocazia unor experiențe efectuate de subiecți voluntari în Uniunea Sovietică), s-a putut face o legătură evidentă între efectele imobilității relative și cele provocate de imponderabilitate.

Printre explicațiile cele mai plauzibile, este cea dată de cosmonautul medic Egorov: „În starea de imponderabilitate, funcționarea coordonată a diferitelor sisteme ale organismului uman se transformă, în același timp dispărînd efortul important efectuat în condiții normale pentru asigurarea supraviețuirii. Astfel, se stabilește un nou nivel al existenței, care este perfect justificat din punct de vedere energetic. Prin aceasta înțelegem că cerințele de energie ale organismului în noile condiții sînt mult mai reduse, deoarece în condițiile terestre o imensă cantitate de energie este utilizată pentru întreținerea considerabilei mase de mușchi care fac posibilă menținerea poziției verticale, a mersului, a solidității scheletului, care, în final, suportă întreaga greutate a corpului, pentru transportul singelui de către sistemul cardiovascular etc. Această povară dispărînd în cazul stării de imponderabilitate,

¹ L. Kizim, V. I. Soloviov și Oleg Atikov: „Soiuz T10-Saliut 7“ (start: 8 februarie 1984).

este normal ca un organism sănătos să se elibereze de tot ceea ce este superfluu, dar totuși aceasta nu înseamnă că nu există nici un consum de energie; oricum, acesta este atît de mic încît, în final, apar reduceri ale densității unor oase și ale unei părți a țesuturilor musculare. De asemenea, sistemul cardio-vascular suferă și el modificări¹.

În vederea evitării pericolelor pe care starea prelungită a imponderabilității le-ar putea provoca, am amintit deja că s-au întreprins măsuri legate de antrenamentul anterior zborului, precum și de menținerea tonusului muscular, prin măsuri adecvate la bordul stației (navei) orbitale (antrenament la veloergometru, banda rulantă etc.). În plus, deoarece nu se cunosc încă toate cauzele care provoacă respectivele tulburări, de la subiect la subiect, s-a pus la punct și o primă serie de produse farmaceutice. Pentru creșterea rezistenței organismului la tulburări ale sistemului nervos vegetativ, s-a preconizat folosirea de injecții intravenoase cu hidrocarbonat de sodiu, metodă utilizată cu succes pe animale de experiență de doctorii Barnatki și Kuznețov; de asemenea, în S.U.A., dr. A. Graybiel a perfecționat un remediu pe bază de amfetamină și hyoscină, care este un medicament de tip hipnotic (halucinogen?), antispasmodic de origine vegetală...

Se folosesc, de asemenea, unele produse destinate împiedicării decalcefierii și deshidratării organismului; în orice caz, farmacologia spațială și-a făcut un debut serios și este deja o ramură de importanță majoră atunci cînd se fac pregătirile pentru fiecare nouă misiune spațială, tot astfel cum se acordă tot mai multă atenție culturii fizice în Cosmos. Referindu-se la aceasta din urmă, începînd cu „Skylab” și cu „Soiuz” 9^o, cosmonauții au avut în programul zilnic, 2—3 ore de cultură fizică, pentru care au lucrat metodic, conform indicațiilor și antrenamentelor efectuate încă de la sol, la veloergometru, la „covorul rulant”, la extensoare etc. Rezultatele s-au văzut și au mai fost subliniate chiar în prezentul capitol — succesele obținute de cosmonauții sovietici în domeniul zborurilor cosmice îndelungate...

S-a emis și ideea de a se găsi mijloacele tehnice necesare pentru crearea la bordul navei cosmice a unei gravitații artificiale¹, respectiv obținerea unui cîmp inercial la bordul navei, folosind în acest scop imprimarea unei mișcări uniforme, de mare durată și viteză redusă. O posibilitate ar fi construirea navei în formă de inel (celebra „roată de bicicletă” imaginată de K. Tjolkovski și

reluată ca idee de Hermann Oberth și Wernher von Braun), căreia să i se imprime o mișcare de rotație în jurul unei axe care trece prin centrul de masă al ansamblului. Această soluție este interesantă și foarte ingenioasă, deoarece nu implică consum suplimentar de energie (decît la declanșarea mișcării și, foarte puțin, la corectarea vitezei de rotație), putînd genera un cîmp inercial axifug. Dacă acest cîmp asigură o accelerație centripetă de ordinul de mărime 0,3g, atunci — conform experiențelor efectuate deja cu animale — se evită tulburările provocate asupra principalelor funcții fiziologice ale animalelor de experiență!

Desigur, animalelor nu le putem cere să înțeleagă ce se întîmplă cu ele atunci cînd fac o călătorie în Cosmos sau cînd sînt obligate să suporte o experiență de simulare a fenomenelor spațiale, de această dată pe Terra; animalul va reacționa haotic, este complet sub influența instințelor, nu avem posibilitatea de a-i coordona procese de inhibiție. În acest caz, indicațiile primite ca urmare a experiențelor pe animale în beneficiul medicinei cosmice, sînt de ordin calitativ și, de cele mai multe ori, parțial semnificative, informative. Totuși, în cazul supunerii animalului de experiență la condițiile unei gravitații artificiale, se poate afirma că urmărirea parametrilor fiziologici a permis obținerea de informații net mai bune decît în cazurile menținerii lor pe orbită, în condiții de imponderabilitate prelungită. Totuși, neîncercător chiar și în aceste rezultate evidente, dr. A. Graybiel a recurs la experiențe cu om; evident, efectuate pe sol (cu ajutorul unor camere amplasate pe un fel de morișcă lentă, la distanța de 4—6 m de axul de rotație), aceste cercetări nu au putut da un răspuns definitiv la întrebarea privind oportunitatea luării de măsuri pentru instituirea unei gravitații artificiale la bordul navelor spațiale.

Trebuie menționat că, în cadrul programului „Gemini” s-a încercat și o experiență interesantă de legare a două aparate spațiale („Gemini 12” și „Agena”) cu un cablu, organizînd pentru cîteva ore o primă „morișcă cosmică”. Nici de această dată rezultatele înregistrate nu au fost de natură a rezolva problema, care rămîne în orice caz deschisă, mai ales pentru viitoarele zboruri cosmice foarte îndelungate...

O problemă interesantă, cu care se încheie acest capitol, o constituie activitatea extravehiculară pe orbită, supranumită și „imponderabilitatea fără podea”!

S-au împlinit două decenii de la data de 18 martie 1965, cînd cosmonautul sovietic Alexei Leonov a devenit „primul pieton al Cosmosului”! S-a pus întrebarea: știindu-se foarte bine, încă de la

¹ Se va reveni pe larg în cap. 5.

excepționala povestire a scriitorului Jules Verne¹, că orice corp ieșit din nava cosmică o urmează pe aceasta și nu se va îndepărta decît dacă i se imprimă o mișcare în sens opus direcției de zbor, de ce s-au luat atîtea precauții și s-a acordat atîta atenție, atunci și în continuare, acestei activități?!

De remarcat că pînă acum am discutat despre fenomenul de imponderabilitate și consecințele sale în cazul cînd astronautul-subiect de analiză era amplasat în interiorul cabinei sale cosmice, pe care o cunoștea din numeroasele ore de antrenament pe „bunul sol pămîntesc”... Dar ieșind în afara pereților protectori ai cabinei cosmice, ai casei care-i dă încredere în soliditatea construcțiilor tehnice umane, și înfruntarea concomitent a două necunoscute nemaîntîlnite direct; abisul cosmic și starea de greutate nulă, aceasta a însemnat și va însemna încă mult timp o situație de excepție. Toate simțurile sînt alertate, ochiul sesizează foarte puțin din ceea ce ar trebui să se substituie informațiilor tulburate total ale labirintului, iar așa-numitul „cordon ombilical” (ansamblu de conducte care aduc la costumul „călătorului spațial” energie și informații din interiorul cabinei) nu poate în nici un caz să suplinească senzația de securitate pe care oricum o provoacă prezența pereților cabinei... Plutind în spațiul liber, legat sau nu cu un simplu și fragil cordon de conducte de „casa cosmică”, astronautul are senzația deplină a singurătății în fața imensității spațiului, simte nemijlocit, parcă, toate pericolele Cosmosului, se află într-o tensiune nervoasă foarte greu de imaginat și, cu atît mai mult, de descris!

Descris ca un fel de „derapaj în trei dimensiuni” (!) sau ca și comportarea unui înotător începător care a uitat lecția și se zbate disperat spre a nu se îneca, fenomenul este însoțit de apariția unui puls anormal de ridicat (160—180), a unui ritm respiratoriu ridicat (36—40 mișcări pe minut), a ridicării temperaturii corpului însoțită de transpirație abundentă etc. O dată cu această stare, subiectul consumă foarte multă energie pentru a efectua activități cărora, la antrenamentele de pe pămînt (inclusiv în bazinul hidraulic), le acorda un timp redus și un consum minim energetic. Folosind experiența căpătată cu ieșirile în Cosmos ale „oamenilor spațiului” A. Leonov (18 martie 1965, „Voshod” 2). și E. White (3 iunie 1965, „Gemini 4”), s-au luat o sumedenie de măsuri de

¹ *De la Pămînt la Lună*, scrisă în anul 1865. Ideea este reluată, pe un alt plan, de scriitorul român Henri Stahl (1877—1942), în povestirea științifico-fantastică *Un român în Lună* (1914).

precauție și asigurare a acestei activități; spre exemplu, costumele pe care le-au folosit A. Eliseev și E. Hrunov pe timpul extravehicularei lor activități (15 ianuarie 1969, „Soiuz 5”) au avut propriile lor sisteme de ventilație și răcire, iar comandanții navelor cosmice respective au putut urmări continuu temperatura și ritmul cardiac al fiecăruia din cei doi „pietoni ai Cosmosului”. La rîndul lor, americanii au „întețit” antrenamentele de la sol, astfel încît Russell Schweickart, care trebuia să iasă din modulul lunar și să păsească pe scărița acestuia, ținîndu-se de un miner corespunzător fixat, a efectuat atîtea antrenamente cu haltere, încît după expresia unui coleg al său, „cei cinci ani de condiție fizică l-au făcut un atlet care ar trebui să se înscrie la concurs”! Este adevărat că „Rusty” Schweickart a avut în programul său pregătirea pentru cazul cînd ar trebui, în Cosmos, să se transfere din modulul lunar în cabina „Apollo” și/sau invers, prin exteriorul lor, în ipoteza defectării tunelului care lega aceste două nave...

Toți „pietonii spațiului” care au părăsit cabina cosmică în apropierea Terrei (deci nu ne referim la cei care au „pășit” pe neprietenosul sol selenar), au acuzat o oboseală puternică, chiar dacă tot mai perfecționatele lor costume (scafandre) spațiale le asigurau securitate, libertate în mișcări, și vizibilitate mult sporite; este cazul lui Leonov, White, Cernan (care nu a mai putut experimenta primul „fotoliu zburător”¹ și dotat cu rachete-vernier și instrumente de control, din cauza oboselii), Collins și Gordon care nu și-au încheiat programul extravehicular din același motiv, și chiar Schweickart. Singurul care s-a achitat de toate cele 17 activități extravehiculare trecute în caietul său de zbor pe durata celor 2 ore și 9 minute cit a „pășit în Cosmosul liber” ieșind din cabina „Gemini 12” a fost Edwin Aldrin, cel care avea să devină al doilea pămîntean pe Selena. El a montat buloane dotate cu șaibe, a strîns și desfăcut mai multe piulițe, a stabilit legături electrice, a verificat mai multe conexiuni, a tăiat cabluri și a aplicat benzi adezive! Într-un fel se poate afirma că Aldrin a fost primul tehnician electromecanic în Cosmos, după cum Valeri Kubasov (octombrie 1969, „Soiuz 6”) a primit pe drept cuvînt, calificativul de primul tehnolog sudor în Cosmos, manevrînd cu succes deplin instalația complexă „Vulcan” în spațiu...

¹ Se va detalia în capitolul 5.

„Intr-un anumit fel, antrenamentul pe care-l parcurg viitorii „oameni ai spațiului“, în cazul cînd programul lor prevede ieșiri în afara cabinei (și, de cele mai multe ori acesta este cazul impus, deoarece oricînd poate apărea ca absolut necesară de efectuat prin activitate extravehiculară, o inspecție sau chiar o reparație), reprezintă un fel de *summum* al activităților de pe sol, o încununare a ceea ce „trebuie excelent pregătît aici, pe Pămînt, pentru că acolo sus, este de o mie de ori mai dificil de făcut“, așa cum spunea astronautul E. Aldrin...

CAPITOLUL 3

PSIHOLOGIE ȘI CIBERNETICĂ ÎN COSMOS

În cadrul pregătirii de ansamblu a „oamenilor spațiului“ un rol de seamă revine prelucrării informațiilor și cunoașterii aspectelor psihologiei tehnologice, în calitate de componente ale ciberneticii spațiale. În sensul perfecționării acestor activități, se apreciază ca deosebit de utilă înțelegerea și aplicarea principiilor cibernetice elaborate de Ștefan Odobleja (1902—1978), creatorul lucrării de referință Psychologie consonantiste (1938—1939), savantul care a elaborat o gândire logică creativă, în rezonanță cu toate domeniile științifice. În Psihologia consonantistă, Ștefan Odobleja expune principiul comenzii și controlului, propriu tuturor sistemelor, principiu de bază în cibernetică; înțelegînd prin consonanță armonie, psihologia consonantistă reprezintă o logică a armoniei, respectiv o știință a organizării și reglării automate, a autoreglării; totodată Odobleja explică rolul și locul buclelor cibernetice în explicarea proceselor din organismul uman, incluzînd și aspectele psihicului. Odobleja are și meritul de a fi purces la elaborarea primei psihocibernetici din lume: intuind posibilitatea unei interpretări creativiste a gândirii logice și a problemelor de psihologie și conștient că prin intermediul acestora apar implicații teoretice asupra ciberneticii, Odobleja a încercat să elaboreze o teorie unitară a gândirii logice creative, așa-numita „logică a rezonanței“. Această teorie, afirma Odobleja, poate conduce la apariția unor mașini de gîndit creativ, deci efectiv nu

numai în diferite domenii ale științei și tehnicii, dar chiar și în etică, sociologie, economie, deci în oricare sistem de concepții organizate!... Savantul a elaborat și programul etapizat de realizare a unor asemenea mașini, care ar urma să parcurgă „pași” corespunzători legilor generale stabilite în Psihologia consonantistă: legile spațiale, temporale, ale succesiunii și rezonanței...

(„Informație și cibernetică în pregătirea astronautilor“)

SISTEMUL „OM-MAȘINĂ” ÎN SPAȚIU...

Astronautica, mai bine poate decât oricare altă disciplină științifică, permite evidențierea rolului roboților în cercetarea astrilor, cunoașterea propriei planete, dirijarea aparatelor spațiale, controlul/comanda vehiculelor cosmice, salvarea pe orbită, înregistrarea oricărui eveniment legat de pătrunderea mijlocită ori nemijlocită a omului în spațiul extraatmosferic. Roboții creați pentru cerințele astronauticii contemporane sînt dintre cei mai „inteligenti”: ei au coborît în infernul de pe Venus și au transmis date, informații și chiar fotografii color (!); ei au aterizat lin pe solul „planetei roșii” și au investigat ore întregi dacă acolo există ori nu forme de viață; ei au fotografiat de la „fața locului” fierbințele Mercur, uriașul sistem „mini-planetar” care este reprezentat de Jupiter și numeroșii săi sateliți naturali, ori înghețatele Saturn și Uranus, toate survolate la înălțimi care, astronomic vorbind, au fost destul de reduse... S-ar părea că „automatele inteligente” pot înlocui omul la cirna aparatelor spațiale sau chiar pentru construcția acestora; o excepție rămîne totuși: în domeniul inteligenței, o mașină oricît de perfecționată ar fi ea, nicio dată nu-și va putea depăși creatorul.

Explicația este destul de simplă: oricare mașină, oricît de complexă ar fi, nu va putea reacționa *decît* în limitele programelor care i-au fost implementate, respectiv al *informației* pe care o posedă sau o recepționează. Covârșitorul rol al informației precum și limitatele „puteri” ale robotului, pot fi exemplificate destul de elocvent de faptul că la coborîrea pe solul lunar, astronautul Armstrong a trebuit să preia comenzile de la sofisticatul calculator de bord al modului lunar, preîntîmpinînd astfel un iminent dezastru, respectiv zdrobirea LEM-ului de solul selenar.

Mașina, robotul, este — în sensul cibernetic al cuvîntului — un sistem capabil să efectueze activități cu un scop bine determi-

nat; între posibilitățile acestuia și cele ale omului există, fără îndoială, deosebiri calitative: în timp ce omul efectuează conștient orice activitate, mașina este un simplu executant, care efectuează numai ce a programat-o să facă cel care a conceput-o sau cel care o folosește... Evident, procesele psiho-fiziologice care se derulează în organismul uman în timpul oricărei activități sînt fundamentale și calitativ deosebite de procesele care au loc în cea mai perfecționată mașină, în cel mai „inteligent” robot! Și, totuși, între acțiunile mașinii și ale omului există aspecte comune, unele derivînd din particularitățile celor două componente ale „sistemului om-mașină”. Astfel, mașina, robotul, poate să pătrundă în Cosmos, în general fără a avea probleme cu vidul, cu emoțiile, cu oboseala, cu radiațiile, cu imponderabilitatea și așa mai departe... În schimb omul este de neînlocuit atunci cînd trebuie luată o decizie într-o situație care nu a putut fi „prinsă” într-un program prealabil inclus în memoria mașinii!

În astronautică este, evident, mult mai complicat să se construiească o navă spațială care să transporte în spațiu, la distanțe planetare, un om sau un echipaj, decît a face să zboare spre respectivă țintă spațială un robot cosmic, înzestrat cu cele mai semnificative aparate pentru explorarea spațiului și a altor corpuri cerești... În afara costurilor evident mai mici și a evitării pretențiilor sistemelor de supraviețuire, roboții spațiali posedă atu-uri incontestabile: în timp ce impulsurile nervoase din organismul uman „călătoresc” cu mai puțin de 100 m/s (pentru a răspunde la stimuli exteriori omul are nevoie de cel puțin 0,12 — 0,25 s !), mașina dispune de impulsuri electrice care „aleargă” cu 300 000 km/s!

Pentru utilizarea eficace a mașinilor, pentru asigurarea continuității procesului de creare și de perfecționare a unor mașini tot mai potrivite scopului urmărit de om, este necesară o analiză multilaterală a „dialogului” dintre om (ca element conducător) și mașină (ca element de execuție) în cadrul sistemului „om-mașină”. Deci, un NU hotărît discuțiilor sterile asupra disputei privind superioritatea omului sau a mașinii, și o abordare realistă a unității cibernetice dintre cele două elemente ale sistemului, în care omul are rolul preponderent și în care trebuie să se îmbunătățească condițiile de funcționare ale robotului la toate nivelele de mecanizare, automatizare, cibernetizare...

Conversația, „dialogul”, cu mașina nu presupune *a priori* ca ea să aibă aceleași însușiri, calități, posibilități ca ale omului; se poate vorbi de un dialog util între doi parteneri care urmăresc același scop: schimbul de informații care să circule de la om către ma-

șină, sub forma de comenzi iar de la mașină către om sub forma informațiilor și indicațiilor aparatelor, în vederea urmăririi funcționării acesteia și primirii datelor cerute și necesare omului. În acest scop, atît omul, cît și mașina trebuie pregătiți pentru ducerea, întreținerea și menținerea acestui dialog util. Astfel, omul trebuie să-și elaboreze mai întîi o pregătire largă tehnico-științifică, iar apoi una de specialitate tehnico-practică; în timp ce prima are ca scop asimilarea cunoștințelor de bază privind principiul funcțional, caracteristicile și exploatarea mașinii, cea de-a doua formă de pregătire asigură omului deprinderile necesare controlului și conducerii mașinii. Complexitatea mașinii poate fi apreciată prin volumul de informații care circulă și se prelucerează în interiorul acesteia, fără intervenția nemijlocită a omului; una din consecințe include elaborarea și cunoașterea unei bune folosiri a „limbajului” necesar menținerii unui dialog util om-mașină.

O altă particularitate importantă a „dialogului” dintre om și mașină include forma prin care mașina comunică omului informația provenită de la ea... Evident, receptivitatea omului față de informație depinde în mare măsură de forma de prezentare a acesteia, formă care își pune amprenta pe psihicul omului; acest fapt apare evident în cazul pilotării unui avion sau (de ce nu?) a unei nave spațiale!

Cele mai multe informații sînt date pilotului sub formă instrumentală, prin citirea *obligatorie* a indicațiilor aparatelor de bord. Numai o foarte mică parte din cantitatea de informație este dată pilotului sub o formă naturală, prin observare directă, eventual prin semnale acustice; totuși această parte fie ea cît de mică are un efect psihologic puternic asupra pilotului-om, îi sporește încrederea în acțiunile pe care le întreprinde. În schimb, lipsa unor asemenea informații în condițiile unui zbor în condiții meteorologice grele sau de noapte (zbor instrumental) complică foarte mult pilotajul și în special fazele decolării și aterizării. De aceea, un asemenea zbor necesită din partea pilotului o pregătire specială care să permită conducerea integrală a aeronavei numai după indicațiile aparatului de la bord și, eventual, date transmise prin sistemele radio de la stațiile terestre sau, mai recent, de la emițătoarele sateliților care retranslatează date privind asigurarea traficului aerian în condiții de cît mai ridicată securitate...

Trecerea temporară, parțială sau integrală a unor funcții ale pilotului pe seama automatelor, cum ar fi cazul pilotajului de regim, anumite manevre tipice, decolarea și chiar aterizarea, per-

mit reducerea fluxului global de informație care se închide prin pilot. Acest fapt nu reduce, ci, dimpotrivă, amplifică exigențele în pregătirea tehnică și de zbor a piloților, care trebuie să cunoască foarte bine modul de conducere a aparatului aerospațial respectiv, dar și automatele care-l asistă. Apare aici un aspect care, de fapt, a devenit o regulă generală: pe măsură ce automatele, mașinile în general, se perfecționează, omul nu numai că devine disponibil, dar cerințele față de perfecționarea lui cresc considerabil; aceasta se poate exemplifica considerind cazul acționării cu ajutorul microprocesoarelor: înainte ca operatorul să introducă unele date de referință în memoria calculatorului, el trebuie să dea mașinii câteva comenzi de verificare; dacă procesorul va răspunde corect la aceste comenzi, totul este în ordine. Pentru a se aprecia corectitudinea răspunsurilor și înlăturarea dificultăților, funcțiile procesorului trebuie bine cunoscute și folosite, altfel se introduce fără voie comenzi greșite, iar microprocesorul va semnaliza omului erori de comandă...

Între mașină și om, în cadrul „dialogului” cerut de utilizarea funcțională a sistemului respectiv, apar o serie de acorduri: acordul energetic, cu cele două laturi ale sale (acordul deplin dintre puterea consumată și cea disponibilă; acordul de informație între cele două componente ale sistemului), acordul de viteză, acordul de precizie, acordul economic etc.

În tehnica aerospațială se pune un accent deosebit pe acordul de informație; evaluarea corectă a raporturilor informative dintre cele două componente ale sistemului „om-mașină” permite stabilirea numărului necesar de personal, profilul de pregătire, condițiile în care poate îndeplini o misiune aerospațială etc. Un aspect important al acordului de informații este raportul între viteza cu care mașina furnizează informații (după ce a prelucrat datele anterior implementate și pe cele care-i sînt accesibile) și viteza cu care omul poate prelucra și folosi informația provenită de la mașină, pentru a efectua comenzi eficiente în timp util... Un asemenea raport neechilibrat poate face mașina ineficientă și conduce la suprasolicitarea omului...

Un calculator electronic, care efectuează 10 000 de operații într-o secundă, este considerat în prezent perimat, față de computerele care servesc, de exemplu, naveta spațială; dar cît timp i-ar lua unei echipe de matematicieni pentru a reface calculele pe care le execută „perimata” mașină dacă aceasta s-ar defecta, să zicem...?!

Există opinii conform cărora astronautica modernă nu ar fi putut exista fără electronică, uneori se particularizează afirmîndu-se „fără microprocesoare”; fapt este că fără acest auxiliar *de neînlocuit* în toate fazele de pregătire și de efectuare a unei misiuni spațiale, ar fi aproape de neconceput astăzi oricare zbor cosmic. Desigur, în prezent, cînd la fiecare cîteva zile are loc o lansare de vehicul spațial (cu sau fără echipaj), nu mai poate fi vorba de o activitate similară cu acea prodigioasă și minuțioasă calculare a traiectoriilor posibile spre Lună, parcursă și de savantul român George Bothezat în perioada dintre cele două războaie mondiale!

Computerul este cel care a calculat traiectoria optimă, care a concurat decisiv la punerea la punct a vehiculului spațial, care a stabilit dacă astronautul (echipajul) cunoaște tot ceea ce este necesar desfășurării cu succes a misiunii, el este cel care asigură corectarea traiectoriilor la momentul și la locul necesar, acolo unde *chiar* el a stabilit că trebuie acționat ș.a.m.d. Și să nu uităm că, indiferent de suprasarcinile de la lansare, insensibil la flăcările ce înconjoară nava cosmică la reîntoarcerea în straturile dense ale atmosferei, fără să-i „pese” de diversificatele pericole proprii Cosmosului, computerul răspunde la cerințele programului prealabil implementat în memoria sa parcă fără margini, sau îndeplinește docil cerințele unui echipaj care vede adesea în el singurul sprijin în cele mai dificile momente ale misiunii spațiale!...

Specialiștii din astronautică au impus mașinii sarcini foarte importante, construind „roboți inteligenți” care i-au înlocuit pe cosmonauți în misiuni îndepărtate, periculoase, fără reîntoarcere pe planeta natală... Acestor roboți le datorăm numeroase descoperiri importante, uneori deschiderea drumurilor omului pe cărările necunoscute și atît de primejdioase ale Cosmosului; așa a fost cazul cu stațiile automate lunare din categoriile „Ranger”, „Surveyor”, „Luna”, „Lunohod”, sau cu stațiile interplanetare din clasele: „Pioneer”, „Venus”, „Mariner”, „Marte”, „Viking” etc., ale căror rezultate au adus în discuție întrebarea dacă nu cumva automatele îl pot înlocui peste tot pe om în opera sa de pătrundere în Cosmosul apropiat și îndepărtat...

Răspunsul nu poate fi decît unul: NU, deoarece există un domeniu în care omul nu va fi niciodată înlocuit de roboți oricît de „inteligenți” ar fi aceștia: inteligența umană! Teoretic, nu există problemă care, dacă este solubilă de către om, să nu fie soluționată și de mașina creată de acesta; DA, dar cu condiția ca această creație a genului uman SĂ PRIMEASCĂ UN NUMĂR SUFICIENT DE INFORMAȚII! Or, așa cum s-a mai arătat și cu alte

prilejuri, mașina este continuu limitată la ceea ce a instruit-o creatorul ei, la programul implementat, la categoriile de operații pe care „știe” să le aplice categoriilor de informații pentru care este programată să fie sensibilă... Spre exemplu, există sateliți capabili să înregistreze și să transmită, la nevoie, informații despre sursele de radiații luminoase sau de radiații infraroșii emise din anumite puncte ale globului survolate de respectivul robot, ziua sau noaptea...

Dacă este conceput în scopuri militare, respectivul satelit poate să dea informații prețioase privind locurile de unde se lansează rachete balistice; incapabil să deosebească sursele între ele, satelitul semnală fiecare furnal, fiecare coș de fabrică!

Omul are minunata facultate de a putea înregistra simultan informații care-i sosesc continuu prin diferitele organe de simț și pe care el le colectează într-un mod unitar și le selecționează, reținând doar pe cele pe care le apreciază ca utile într-o anumită situație și la un moment dat. Memoria sa vastă și de mare capacitate îi permite să depoziteze informațiile care, pentru o anumită perioadă, nu trebuie exploatate, deci omul necesită o „programare minimă”. Remarcabilele calități de generalizare și de abstractizare, experiența anterioară, imaginația aproape fără margini, îi permit omului să formeze noțiuni noi, să reconstituie imagini și evenimente, din trecut, să le compare cu evenimentele din prezent și chiar să-și imagineze anumite evoluții ale fenomenelor asupra cărora se concentrează și care trebuie prevăzute în evoluție... Întilnind un fenomen necunoscut, pentru care nu are nici un model, pe care nu l-a putut prevedea în nici un fel, în timp ce robotul este practic dezarmat, omul îl poate analiza rapid, pornind de la experiența pe care o are, îl poate interpreta corect, îi poate prevedea urmările, poate lua deciziile necesare pentru a se putea evita (cel puțin parțial) consecințele nedorite.

În comparație cu mașina, omul este mult mai... autoreglabil, el este capabil să-și „extindă calificarea”, să schimbe programele în raport de fiecare situație în parte, să comande evoluția diferitelor sisteme sau chiar să le schimbe, să modifice programele după care se derulează operații de reglaje, în caz de defecțiuni să modifice operativ programele după care se fac remedierile, să schimbe modul de operare a acestora.

În cazul nefuncționării unei părți a sistemului său nervos, omul poate continua activitățile ce-i revin, în schimb mașina nu va putea niciodată să fie operativă dacă DOAR unul din circui-

tele sale se defectează; desigur, s-au obținut deja unele rezultate în domeniul autocorectării roboților și chiar al autodepanării, dar în domeniul spațial perfectă funcționare a tuturor echipamentelor, mai ales în cazul computerelor, este un deziderat major. Putem da ca sugestiv exemplul aparatului orbital din compunerea navei spațiale: el este dotat cu patru calculatoare din care unul este destinat pentru urmărirea funcționării celorlalte trei!... Deși omul are unele „slăbiciuni” necunoscute mașinilor (oboseala, plictiseala, bolile, dificultăți de adaptabilitate fiziologică la condiții grele sau necunoscute, particularități biologice etc. necunoscute mașinilor), acestea fiind mai stabile funcțional decât omul, s-ar părea că ele ar fi mai indicate în conducerea navelor cosmice decât piloții-oameni...

Din datele obținute prin experimente în Statele Unite, de comparare a siguranței în funcționare a unor sisteme ale unor nave cosmice, cu sau fără prezența activă a omului la bord, a rezultat că sistemul având omul-pilot integrat a câștigat net în fața concurenților roboți! Rolul omului este considerabil în cazurile de avarie; exemple se pot da numeroase: John Glenn a preluat comenzile de pilotare a navei spațiale „Friendship 7”, deoarce sistemul automat se defectase și a adus nava și pe el sigur la aterizare, comandând coborîrea manual; odiseea navei lunare „Apollo 13” și transformarea modulului lunar „Aquarius” în „șalupă de salvare” este, poate, exemplul cel mai dramatic, dar elocvent, în ce privește modul cum pot acționa, chiar de la bordul aparatului spațial avariat, un echipaj antrenat și competent! Așa cum avea să scrie cu mult mai înaintea acestui dramatic eveniment primul american pe orbită, Glenn: „...În primul rînd omului i se pot încredința sarcini suplimentare în ceea ce privește pilotarea navei cosmice față de cele planificate. Din multe puncte de vedere securitatea întoarcerii omului poate să depindă de acțiunile lui...” Profetice și competente cuvinte...

Cercetarea spațială, activitate umană care implică mijloace cu adevărat gigantice, este, fără îndoială, peste puterile omului izolat, chiar și ale unor grupuri de specialiști, așa cum era situația cu mai multe decenii în urmă; mai mult, atunci cînd se încredințează mijloacele costisitoare de explorare a Cosmosului unui cosmonaut, sau chiar unui echipaj, nu se poate renunța ca aceștia să fie ajutați de roboți, de mașini specializate scopului etapei de desfășurare a respectivei misiuni spațiale.

Ca urmare, a discuta despre prioritatea dintre om și mașină, în cadrul unui sistem cibernetic destinat explorării Cosmosului,

este de la început greșit: mai întâi că este ridicol să se creadă că omul poate înlocui automatele, fără ele zborul cosmic neputînd fi astăzi nici măcar imaginat. Poate aceasta este permis în romanele de anticipație, cum ar fi de exemplu lucrarea publicată în anul 1914 de H. Stahl, în care se descria cu vervă și indubitabil talent, drumul parcurs (pe cărările anticipative ale cosmonauticii romăntate) de către... *Un român în Lună!* La stadiul actual de dezvoltare a științelor spațiale, este corect să nu se opună mașina omului (și invers), ci să se găsească o îmbinare cât mai rațională a posibilităților omului și ale mijloacelor cibernetice: robotul, controlat, programat și comandat de către om, îl va înlocui doar acolo unde este mai eficace, unde omul nu poate lucra fără pericol; apare deci evident că, în raport de caracteristicile psiho-fiziologice ale omului și de caracteristicile tehnice ale mașinii, se poate realiza un sistem om-mașină eficient în Cosmos. Trebuie ca cele două componente ale acestui sistem să conlucreze, fiecare acționînd conform legităților proprii, astfel încît să se completeze reciproc în favoarea finalizării misiunii spațiale la care concură. În cadrul acestei interacțiuni, în care un rol de seamă revine psihicului astronautului, apar de asemenea, fenomene interesante care fac obiectul unei discipline științifice, pe care specialistul în simulatoare V.L. Parish a numit-o *psihologie tehnologică* (numită uneori și inginerie psihică!).

Noua disciplină științifică, referindu-se nemijlocit la sistemele „om-mașină”, la gradul de integrabilitate a omului într-un același sistem cu propria sa creație, la conlucrarea cu roboții, respinge integral tot ceea ce ar conduce la absolutizarea oricăruia din rolurile de „conducător” eventual atribuite (sau auto-atribuite) componentelor respectivului sistem...

De asemenea, psihologia tehnologică se opune antropomorfismului grosolan care îndeamnă pe unii din constructorii de roboți, cu precădere destinați scopurilor cosmice, să dea preponderență imitării — la creațiile lor — a unora din procesele psihologice proprii organismelor umane. Probabil această tendință, de asemenea acceptabilă în romanele de anticipație, unde unii din roboții viitorului îndepărtat au rudimente de sentimente (!), vine de la dorința de a încerca să se demonstreze că robotul va fi unicul element din menționatul sistem „om-mașină” capabil să treacă peste orice dificultate proprie cercetării spațiului și să contribuie eficient la pătrunderea adîncă în misterele Universului...

O exagerare în „sens invers”, aceea de a limita rolul omului la un simplu înregistrator al evenimentului astronomic în acțiune sau,

în cel mai bun caz, de inspirator al misiunii spațiale, este, de asemenea, repudiată prin metodologia psihologiei tehnologice.

Ca discipline proprii psihologiei tehnologice cu aplicație la tehnica spațială, se pot menționa: acomodarea la conlucrarea cu roboții; desprinderea de mediul natural; izolarea în mediu închis și privarea de senzații și informații; comportamentul în echipă; reactivitatea la pericol; educația volitivă în condițiile zborului spațial etc. În cele ce urmează vor fi tratate — evident pe scurt, — cîteva din aceste laturi ale psihologiei spațiale, ca o latură a psihologiei tehnologice.

Mai înainte însă este utilă prezentarea unor exemple de corectă și incorectă activitate de legătură între om și mașină, în procesul de pregătire și efectuare a zborurilor spațiale; astronautul trebuie, după cum este ușor de înțeles, să aibă capacitatea de a urmări, înregistra și acționa conform indicațiilor aparatelor și display-urilor care oglindesc laborioasa și foarte rapidă funcționare a calculatoarelor de bord.

Astfel, cosmonauții de pe navele cosmice sovietice din primele generații, deși orientarea se făcea doar după aparate, puteau cunoaște poziția navei folosind agregatul denumit „Globus”; acesta proiecta poziția navei pe suprafața planetei și, utilizînd date de longitudine și latitudine, se putea stabili destul de exact locul survolat, păstrînd un fel de legătură, la scară mare, cu punctele de reper de pe sol. Ulterior, calculatorul de bord a început să suplinească definitiv această activitate: măsurînd unghiurile față de cîteva repere cerești cu ajutorul unor mijloace optice înglobate în sistem, calculatorul de bord, în sistem cu integratorul de traiectorie, asigură determinarea poziției instantanee a navei cosmice în sistemul de coordonate ales.

Desigur, de buna funcționare a sistemelor de conducere a navei și, mai ales, de precizare a poziției acesteia, depinde în mare măsură starea psihică a echipajului; dacă „răspunsul” mașinii întîrzie, sau implică unele discontinuități din cauze diverse, atunci oricare din membrii echipajului poate încerca senzații stranii: se modifică senzațiile privind trecerea timpului, apare neîncrederea în aparate, nervozitate etc.

În zborurile cosmice trebuie avută în vedere și posibilitatea unor reacții neașteptate din partea aparatelor și a sistemelor automate cu autoreglaj; acestea, după primirea informațiilor, caută regimurile optime, deci șansele ca ele să producă surprize sînt destul de mari, dispozitivele electronice avînd uneori (deși foarte rar) comportări instabile...

Înainte de a face cîteva referiri la modalitățile în care se intercondiționează mașina-automat cu pilotul-om, considerăm util să se prezinte cîte ceva din locul și posibilitățile mașinii în cadrul sistemului „om-mașină”. Mașinile nu sînt și nu pot fi create pentru a-i înlocui în totalitate pe oameni, așa cum ar fi unii înclinați să creadă, ci pentru ca aceștia să dispună de instrumente, de mijloace tot mai perfecționate, capabile să-i suplinească în misiuni de mare pericol, sau în care șansa supraviețuirii este de la început exclusă, fără a mai vorbi de ajutorul acordat omului în societatea informatizată pentru a se ține la curent cu ceea ce este nou în profesie etc.

Este adevărat că o mașină, un automat, un robot — dacă folosim limbajul tot mai încetățenit odată cu implementarea roboticii printre cele mai noi discipline tehnico-științifice — bine conceput, organizat și condus poate înlocui (într-un anumit fel!) un număr foarte mare de oameni într-un proces care implică activități laborioase sau îndelungate, de monotonie sau de pericol, care necesită mari eforturi fizice sau implică un volum imens de calcule...

Desigur, toate acestea sînt foarte importante, dar aceasta *nu* înseamnă că mașinile se substituie omului, așa cum încerca să demonstreze profesorul american S.M. Ulam în conferința sa „Mașina creatoare”, ținută la cea de a 20-a „Întîlnire internațională geneveză” (august—septembrie 1965). Mai mult, specialistul american a cerut participanților la conferință să deosebească o poezie scrisă de un poet cunoscut de una concepută de un calculator electronic („Calliope”)... Chiar dacă unii dintre participanți nu au putut sesiza care este creația poetului (sînt aproape convinși că aș putea cădea în aceeași greșeală (!) dacă luăm ca reper o poezie în maniera actuală), aceasta nu înseamnă că mașinile ar putea înlocui oamenii sau ar putea să fie apte să raționeze, ori să fie înzestrate cu conștiință, sentimente etc. Așa cum afirma G. Calogero, omul și mașina se vor completa reciproc!...

În faza de lansare, pilotul-cosmonaut nu poate participa *în nici un fel* la operațiile aferente fazei propulsate, de altfel una din cele mai dificile faze ale unei misiuni spațiale, poate cea mai dificilă, ca și aceea a traversării atmosferei la revenirea din Cosmos, cînd se intrerupe legătura cu Pămîntul... Deși piloții navelor cosmice nu au agreat niciodată această situație, care s-a practicat și se mai practică încă în unele sisteme de pregătire (și, evident, de desfășurare a zborurilor cosmice), totuși există metodologii de zbor cosmic care o consideră foarte indicată... În perioada mai recentă, s-a ajuns la concluzia că echipajul trebuie să aibă efectiv posibilitatea de a interveni nemijlocit în cadrul fazei propulsate, luîndu-și

în propriile mîini soarta și încercînd, cu experiența de piloți experimentați a majorității din acești curajoși oameni ai spațiului, să remedieze unele defecțiuni, sau chiar să se salveze. Acest deziderat a fost inclus în programele de zbor ale astronautilor americani din programul „Gemini”, cabinele respective aveau scaune catapultabile, ce puteau fi comandate nemijlocit de membrii echipajului; de asemenea, echipajele navelor „Apollo” puteau comanda direct racheta de salvare instalată ca un fel de turn pe virful navei cosmice „cocoțate” la cei 110 m ai rachetei „Saturn 5”: în caz de pericol iminent la lansare, astronautii puteau comanda aprinderea rachetei cu pulbere care „azvîrlea” la depărtare nava, permițînd intrarea în funcțiune cu eficiență a parașutelor de aterizare. Și navele „Soiuz” beneficiază de asemenea rachetă de salvare.

Cît privește naveta spațială, această ultimă realizare a specialiștilor americani are independență aproape completă față de sistemele de urmărire, control, coordonare și dirijare de la sol; această independență provine de la dotarea navei cu un ansamblu de calculatoare de mare putere, a căror memorie capabilă să stocheze pînă la două milioane de cuvinte, reprezintă într-un anume fel o adevărată „Sală de control-comandă spațială” adusă pe... orbită!

În cu totul altă manieră este soluționată situația radiolegăturilor cu solul și a comenzilor aferente zborului în cazul navelor cosmice sovietice din categoria „Soiuz T”, care, chiar dacă dispun la bord de un computer de putere și performanțe ceva mai reduse, acesta poate să asigure îndeplinirea tuturor funcțiilor pentru care a fost implementat. Se obține această performanță deoarece navele de tip „Soiuz”, cu sau fără legătură cu o stație-laborator cosmic de tip „Saliut”, sînt integrate (așa cum a fost cazul și în cadrul programului „Apollo”) într-unul din cele mai ample și diversificate rețele de urmărire și dirijare de la sol, sistem cu puncte pe sol, în aer și pe mări și oceane, sistem apt să intervină decizional în oricare din buclele ansamblului cibernetic format: Stația de urmărire — nava cosmică — Centrul de dirijare, aferent misiunilor de acest tip...

Un ultim aspect: în cazul pregătirii echipajelor, deși din punct de vedere psihologic s-ar părea că oricare din cele două sau trei echipaje care se pregătesc în paralel pentru viitoarea misiune pot oricînd schimba *între ele* unii dintre componenți (eventual din cauza unei boli, accident etc.), acest lucru nu este indicat, deoarece fiecare echipă își formează o manieră proprie de pregătire, de comportament față de computere și automatica navelor etc. Dar despre acest aspect se va discuta în paragraful respectiv...

FIABILITATEA: 99,99999%! ȘI TOTUȘI...

Primele zboruri au creat impresia că navele cosmice, ca și profesia de cosmonaut, prezintă un grad aproape perfect de siguranță; practica avea să infirme această părere prematură. Defecțiunea în sistemul de parașute al navei cosmice „Soiuz”, prima din serie, avea să coste viața încercatului astronaut Vladimir Komarov. În 1967, în timpul antrenamentelor la sol, ca urmare a unui scurt-circuit, au ars de vii în cabina spațială „Apollo” membrii unuia din cele mai antrenate echipaje spațiale americane: Grissom, Chaffee și White: ultimul a fost... primul american care „a pășit în spațiul liber”...

Ca urmare a unor deficiențe de ordin tehnic, privind asigurare ermetizării cabinei navei „Soiuz 11”, în iunie 1971 specialiștii sovietici au pierdut echipajul primei stații-laborator spațiale, format din Dobrovolski, Pașaev și Volkov.

Vehiculele spațiale sînt sisteme foarte complexe, formate din sute și mii de subansamble și repere. Nici cel mai exigent control nu poate exclude posibilitatea ca unul dintr-un milion de elemente să nu funcționeze corect. Evident, specialiștii sovietici care au depășit construirea a 600 de rachete purtătoare de tipul „Vostok” (cu perfecționările și adăugirile efectuate în timp) își pot permite să aprecieze că ei se luptă pentru adăugarea de „nouari” după valoarea 99,99 la sută a gradului de siguranță (fiabilitate). Aceasta revine a spune că numai un reper la zece mii de asemenea repere poate prezenta defecțiuni! S-ar părea că s-a ajuns la o precizie suficientă, dar aceasta nu este situația pentru tehnica cosmică; și abia acum se poate afirma că gradul de siguranță atinge 99,99999%, ceea ce conduce la aprecierea că un reper din 10 milioane se poate defecta, aceasta reducînd aproape la zero posibilitatea unei defecțiuni de proporții!

Cum reacționează cosmonauții în fața pericolului potențial sau iminent? De fapt sînt două întrebări, dar posibilitățile psihologiei actuale permit obținerea de răspunsuri, pornind de la experiment și trecînd prin exemplificările obținute în antrenamente, în simulatoare sau chiar prin unele încercări reale...

Astfel, cei mai bine antrenați parașutiști cunosc această stare în minutele imediat anterioare salturilor în gol; un alt experiment a fost făcut cu unii piloți de linie englezi de pe ruta Milano—Londra: captorii fixați în zona inimii au semnalizat ridicarea ritmului

cardiac la decolare la 102 bătăi pe minut, iar la aterizare, la 120 bătăi în fiecare minut! Experiențe similare au fost publicate în Uniunea Sovietică, adăugîndu-se că stările emoționale s-au diminuat la piloții trecuți de 40 de ani, deci cu o experiență amplificată de zboruri numeroase.

Evident, zborurile spațiale provoacă situații noi, adăugînd numeroase elemente de surprindere și indoieli mai mult sau mai puțin evidente, care pun la mare efort rezistența psihică a cosmonauților; inima bate mult mai repede la lansare sau la momentul părăsirii navei cosmice, conform programului respectivei misiuni etc. O emoție vie au resimțit membrii echipajului „Apollo 8” atunci cînd au plasat nava cosmică pe orbită circumlunară, iar lui Neil Armstrong pulsul i s-a ridicat la 156 bătăi pe minut atunci cînd a plasat Modulul lunar pe solul selenar!

Specialiștii apreciază existența a mai multor feluri de reacții în fața pericolului, printre care și frica instinctivă care conduce la apariția unei spaima grave și a unei tulburări condiționate, sugerate și întreținute de o experiență anterioară a individului respectiv. Există, de asemenea, o așa-numită spaimă intelectuală, ideea de pericol decurgînd din analiza logică a situației susceptibile să conducă la o evoluție defavorabilă pentru subiectul în cauză. Această formă de reacție în fața pericolului, estimează majoritatea specialiștilor, va fi cea mai apropiată de astronauții viitoarelor misiuni îndelungate pe trasee interplanetare care vor îndepărta progresiv echipajul de planeta natală...

Desigur, reacția membrilor echipajului unei asemenea misiuni va fi în funcție de încrederea pe care o au în nava lor cosmică: este însăși problema „intimității de încredere” care se poate stabili sau nu între cei doi componenți ai sistemului „om-mașină”. Să exemplificăm: mai întîi, aspectul încrederii în mașina destinată asigurării misiunii spațiale; din grupul de specialiști care au parcurs toate etapele ridicării standardului de calitate al navelor „Apollo” după catastrofa din ianuarie 1967 s-a numărat și astronautul Frank Borman, devenit ulterior comandant al misiunii „Apollo 8”, care avea să înconjoare pentru prima dată în zbor real Luna (am ținut să precizăm „în zbor real”, deoarece acest lucru mai fusese realizat, dar numai imaginativ, de eroii cărții de anticipație *De la Pămînt la Lună*, scrisă de Jules Verne!). El și-a putut da nemijlocit seama de asigurările și perfecționările aduse cabine-

lor „Apollo“, astfel încât a căpătat încredere în materialul tehnic care i-a fost încredințat. În ceea ce privește al doilea aspect, cel privind influența psihologică a depărtării de planeta natală, să-l cităm pe același astronaut: „...atunci cînd te afli la 40 sau chiar la 90 de ore de zbor cosmic de propria-ți bază, dar știi că mergi către ea, nu te depărtezi de ea, este cu totul altceva, iar acest lucru te face oarecum să devii filozof!“.

Studii efectuate asupra reacțiilor oamenilor în fața pericolului au arătat că există forme variate de comportament: la circa 20% din subiecți s-au manifestat astenii, pericolul modificînd brutal comportamentul general și putînd provoca chiar șocuri emoționale!

La majoritatea subiecților analizați, circa 60%, s-a putut nota o scădere a eficienței, omul acționînd parcă paralizat de spaimă (sau neacționînd deloc!); sînt cazuri cînd, dacă unui pilot îi apare becul roșu aprins, care semnalizează apropierea de epuizarea combustibililor la bord (nu mai vorbim de semnalizări de felul „nu poate fi scos trenul de aterizare“ sau „incendiu la bord“, cînd s-au manifestat crize de spaimă, concretizate în catapultări fără a mai cere permisiunea de la sol sau chiar nu se mai răspunde la întrebările de la stația de sol ale conducătorului de zbor), el cere imediat permisiunea de a se catapulta, chiar dacă este foarte aproape de aerodrom... Un asemenea caz de mare tensiune emoțională, a fost descris de pilotul militar sovietic I.N. Stucikin și reluat de Iuri Gagarin în una din lucrările sale...

O grupă aparte de subiecți este constituită de restul de 20%, care sînt amatori de risc, de senzații tari; aici reacțiile se manifestă sub o interesantă formă stenică, omul făcînd dovada unei deosebite prezențe de spirit și a unui așa-numit sînge rece de excepție, luînd inițiative deosebite, de care în condiții obișnuite nici nu prea este capabil uneori... Fără a fi deloc vorba despre ultima parte a tăriei de caracter a celor curajoși, dar și amatori de senzații tari, trebuie arătat că au fost cazuri cînd, deși aveau incendiu la bord, sau trenul de aterizare nu funcționa integral, sau erau în pană de combustibili, piloți cu o mare tărie de caracter, cu curaj și mult sînge-rece, și-au pilotat cu atenția încordată aeronava și au adus-o în stare de a asigura aterizarea pe aerodrom, salvîndu-se pe ei, restul echipajului (dacă exista) și, bine înțeles, materialul volant respectiv. Deși foarte mulți piloți români pot fi dați ca exemplu în acest sens, mă voi opri la unul din zborurile efectuate în timpul celui de-al doilea război mondial de aviația militară Mariana Drăgescu, pilot pe unul din avioanele sanitare ale Grupului aerian român: în timp ce aducea în spatele frontului un rănit grav, acesta a tre-

buit să fie menținut pe brancardă, unde se agita inconștient, periclitînd siguranța zborului, în timp ce — cu cealaltă mină — aviația trebuia să conducă ferm și sigur ușoara aeronavă, pe traseul ce-l parcurgea mai mult la vedere decît după indicațiile aparatelor...

Atunci cînd se face selecționarea viitorilor zburători la bordul navelor cosmice ar fi necesar să se țină seama de această nativă reactivitate în fața pericolului, dar este foarte dificil să se reproducă pericole reale la un antrenament. Pentru a se aprecia reacțiile în fața pericolului, cei însărcinați cu selecționarea viitorilor oameni ai Cosmosului dispun totuși de unele mijloace. Se are aici în vedere posibilitatea de a se simula tot felul de incidente și avarii, iar perioada de izolare permite celor care urmăresc reacțiile subiectului testat să observe apariția stresurilor, așa cum se pot urmări și reacțiile în fața salturilor cu parașuta, la aparatele care reproduc acțiunea suprasarcinilor etc.

Specialiștii se bazează în mod esențial pe indicatorii furnizați de modificările de ordin vegetativ, care reflectă cel mai bine stările emoționale ale subiecților testați: frecvența pulsului, ritmul respirației, tensiunea arterială, cantitatea de adrenalină în sînge. Au fost puse la punct și așa-numitele „contoare de frică“ care, la astronautii sovietici se pare că au fost folosite începînd cu zborurile navelor pilotate de A. Nikolaev și P. Popovici; aceste „contoare“ se bazează pe înregistrările tensiunii de potențial ale pielii (sau ale rezistenței electrice ale acesteia), ambele metode dovedind succes tehnic similar.

Pentru prima parte a zborurilor pilotate, cele parcurse în etapa 1961—1981, se pare că singura garanție majoră a celor care au avut în sarcină pregătirea moral-volitivă a viitorilor cosmonauți a fost alegerea acestora dintre piloții de încercare și cei militari, deci persoane care s-au lovit de foarte multe cazuri periculoase în efectuarea profesiei și pe care le-au rezolvat, uneori cu mare măiestrie, alteleori cu puțină șansă, dar acest fapt le-a dat o deosebită încredere în posibilitățile și disponibilitățile proprii, precum și calmul atît de necesar atunci cînd trebuie analizată o situație dificilă și să aprecieze ce șanse există pentru rezolvarea situației. Este aici cazul să se reamintească din nou cazul misiunii dramatice „Apollo 13“, unde Jim Lovell, unul din cei mai experimentați astronauti de care dispunea atunci NASA, ajutat de echipajul său, a reușit să revină pe sol, folosind magistral disponibilitățile modului lunar, singurul rămas neatins de explozia produsă pe parcursul

misiunii către Selene. La fel, exact în perioada de cuplare dintre cabina „Gemini 8” cu o rachetă-țintă experimentală „Agena”, datorită defectării unor rachete-vernier, cabina a început efectuarea unor periculoase mișcări necontrolate, cu evidenta tendință de ciocnire cu vehiculul-țintă. A trebuit tot singele rece și cunoașterea sistemelor cabinei cosmice de care a dat atunci dovadă astronautul Neil Armstrong, fost pilot de încercare pe avioanele-rachetă X-1 și X-15 (și alte aparate militare de performanță), pentru evitarea unei tragedii și aducerea intactă, în final, a cabinei „Gemini” la sol... Pentru restabilirea încrederii în noile nave cosmice de tip „Soiuz”, specialiștii sovietici au recurs la Gheorghi Beregovoi, pilot de încercare și renumit „as” în cel de-al doilea război mondial... Între timp lucrurile au evoluat, securitatea zborurilor a crescut, astfel încât atît pentru misiunile „Soiuz”, cît și ale navei spațiale se folosesc și cercetători!

În afara senzațiilor dificile, a emoțiilor care deprimă prin însăși natura sentimentelor care le generează (spaimă, enervare etc.) există și emoții așa-zis pozitive, care-i activează pe oameni, le conferă calități deosebite, chiar care se cer în acele momente pentru depășirea situației, ieșirea din pericol etc. Ca urmare a apărut întrebarea dacă nu se pot limita emoțiile, dacă omul nu poate fi făcut, într-un anumit fel, insensibil la emoții, la acțiunea acestora, la excluderea emoțiilor din comportamentul psihic al anumitor categorii de personal, cărora li se cer acțiuni de mare valoare decizională în timp foarte scurt, timp în care existența unor emoții ar putea provoca, chiar dacă sînt pozitive (!), depășirea momentului sau chiar luarea de decizii necorespunzătoare.

Astfel, un grup de cercetători de la Universitatea din orașul american Atlanta (statul Georgia) lucrează la obținerea așa-numitelor telestimulatoare pentru creier sau „teleencefalostimulatoare”; ele sînt introduse prin operație sub pielea capului subiectului (un animal de experiență, de regulă un cimpanzeu) și prin intermediul lor se transmit direct creierului (zonelor responsabile de anumite mișcări sau acțiuni), comenzi de genul „culcă-te”, „trezește-te”, „mănîncă” etc. Există opinii la NASA conform cărora aceste aparate vor constitui unul din cele mai bune mijloace pentru a urmări comportamentul astronautilor pe timpul pregătirii și chiar al efectuării zborului spațial, căci de la sol li se pot transmite chiar telestimuli pentru o „supervigilență în momentele de pericol...!”.

Desigur, este greu de imaginat, chiar pentru perioada efectuării unui zbor cosmic, participarea la misiune a unor oameni „fără sentimente” sau, cum se obișnuiește a se spune, „fără inimă”. Așa

cum roboților nu li se pot cere sentimente, emoții, senzații etc. aproape tot așa nu ne-am putea imagina ca semenii noștri să le piardă.

Cred că ar fi interesant de aflat ce părere au înșiși cosmonauții despre frică, despre sentimentul de teamă, despre urmările acestui sentiment, despre felul în care ei îl elimină real din viața lor atît pe perioada de pregătire, cît mai ales în timpul efectuării misiunii în spațiu. Mai întii opinia astronautului francez Jean-Loup Chrétien: „...Nu am avut, pe parcursul celor doi ani de pregătire a zborului cosmic (în echipajul cosmic franco-sovietic, care a zburat în anul 1982 cu o navă cosmică sovietică de tip „Soiuz T”), nici un fel de teamă, cu excepția celei că nu voi fi selecționat pentru ziua cînd vom zbura în spațiu. Doar de ce am venit aici, decît pentru a mă pregăti de zbor? Aceasta este însăși argumentația. Și nu-mi pot imagina deloc un individ care, reușind totuși la selecția pentru pregătirea zborului, începe o dată cu apropierea zilei startului, să înghețe de frică... Ideea de a decola la bordul unei nave cosmice „Soiuz” nu m-a făcut să pierd nici măcar o oră de somn. În ce privește teama din ziua startului, acel sentiment care se încearcă în ultimele zeci de minute, ei bine aceasta rămîne să fie văzută în acele momente!...”.

Și acum, mai pe larg opinia cosmonautului român Dumitru-Dorin Prunariu (de altfel unul din vajnicii apărători ai ideii că pentru a zbura în Cosmos nu trebuie neapărat să fii aviator): „...Teama apare atunci cînd ești în fața necunoscutului... Fiecare zbor este o necunoscută imensă, dar... tocmăi asta învățăm, să cunoaștem cît mai multe necunoscute din cele care pot să apară... Meseria mea nu este riscul, pericolul, dimpotrivă este combaterea lui cu orice preț. Să nu credeți nici un moment că s-a mers vreodată pe linia „om vedea ce-o fi”!

„Într-adevăr, există risc în cosmonautică, există și pericol, dar dacă te cuprinde frica, dacă frica devine sentiment prioritar, înseamnă că nu ești bun pentru meseria aceasta... Trebuie să acționezi în permanență, mai ales în minutele în care se presupune că te-ar cuprinde teama. De fapt acelea sînt momente cu un indice crescut de risc și exact atunci trebuie să ai cea mai ridicată capacitate de concentrare. Cei care au fost de față măcar o singură dată la convorbirile dintre Pămînt și Cosmos, în timpul zborurilor, și-au dat seama fără mari eforturi de un fapt: chiar și în cele mai grave clipe operatorul discută cu mult calm, cere precizări, transmite indicații, iar din Cosmos răspunsurile vin exacte, concrete și toate la obiect. Or, stăpînit de teamă, asta n-ar fi posibil! Să mai pre-

cizez o dată: riscul a existat și va continua să existe! Iar meseria noastră nu este riscul, ci prevederea, prevenirea lui! Indiferent unde te afli, la Centrul de pregătire, la cosmodrom, în racheta cosmică, la Centrul de dirijare a zborurilor spațiale, oriunde!”

În adevăr, zborurile spațiale vor comporta întotdeauna un oarecare factor de risc, pe care oamenii de știință caută continuu să-l reducă la minimum. Pe această linie se înscrie fie înaltul grad de creștere a fiabilității sistemului spațial sovietic „Soiuz-Saliut-Progress”, fie apropierea dintre rachetodinamică și aeronautică, pe care naveta spațială americană o realizează ajutată de o electronică din cele mai sofisticate, în care cibernetica, microprocesoarele și navigația prin satelit fac adevărate „minuni” de tehnică.

NEOBIȘNUTELE URMĂRI ALE PRIVĂRII DE SENZAȚII

Se pare că problematica legată de urmările privării de senzații a dat specialiștilor în psihologie spațială cele mai multe „bătăi de cap”. Se cunoaște de foarte mult timp că activitatea psihică umană nu se finalizează la cel mai înalt nivel decât dacă organele noastre de simț ne furnizează continuu un anumit volum de informații; dacă dintr-un anumit motiv, acest flux de stimuli încetează, se constată aproape imediat o scădere a tonusului psihic și chiar dereglări ale funcțiilor normale ale sistemului nervos superior. Ca exemple se dau două grupe de experiențe; în prima un număr de subiecți au fost introduși în boxe insonorizate, așezați pe canapele confortabile, dar li s-au acoperit ochii cu ochelari negri (în alte cazuri cu jumătăți de mingi de ping-pong!), la urechi au fost montate audiofoane, iar pe miini au fost trase mânuși care excludeau posibilitatea exercitării simțului pipăitului... Curînd au apărut tulburări, subiecții fiind apăsăți de ideea că nu știu dacă dorm ori nu... După 1—3 zile toți subiecții au cerut să li se întrerupă experiența, mai ales că la unii din cei mai rezistenți au apărut halucinațiile!

La un al doilea experiment, subiecții au fost introduși într-un mare bazin cu apă (similar cu cel în care candidații-cosmonauți încearcă să se obișnuiască cu activități în cadrul unei gravitații

„inferioare” celei obișnuite pe Pămînt!); lipsa de stimuli privind lumina, culorile, sunetele, senzația de plutire „între două ape” deci lipsa unei suprafețe de sprijin, a fost urmată inițial de un fel de senzație de mulțumire generală, înlocuită însă foarte repede de o neliniște, tot generală și aceasta (!), pe care unii subiecți au încercat s-o alunge făcînd exerciții de înot. Încetul cu încetul subiecții au început să aibă halucinații, atît auditive, cit și vizuale!

Această stare, definită în mod general ca insuficiență sau privare de senzații, poate constitui un pericol serios pentru zburătorii spațiali, ceea ce a făcut ca de peste un sfert de secol ea să fie în atenția specialiștilor, fiind totodată obiectul unui mare număr de experimente. Spre exemplu, s-au observat perturbații psihice și la tehnicienii-operatori care lucrau în condiții de singurătate, după un anumit program, la punerea la punct chiar a simulatoarelor spațiale; conform programelor, tehnicienii foloseau propriile date fiziologice pentru a verifica eficiența sistemelor simulatoarelor respective, participînd în mod evident chiar la experimente mai lungi pentru probele de duranță ale respectivelor utilaje. De obicei, cei însărcinați cu aceste teste urmăreau și ecranele de afișare (display) a datelor pe care ei le comunicau, pentru controale suplimentare. S-a putut observa că din cînd în cînd aceste imagini se deteriorau, iar tehnicianul trebuia să iasă din cabina simulatorului pentru reglările necesare, folosînd evident pupitrul de comandă. Cu aceste ocazii s-au evidențiat senzații false, atît vizuale cum ar fi apariția de... persoane străine în incinta simulatorului(!), modificări ale dimensiunilor cabinei prin apropierea pereților acesteia(!) cit și apariția de neclarități ale ecranului de televiziune în circuit închis care asigură sistemele simulatorului precum și altele, iar aceste senzații i-au „încercat” chiar pe operatorii foarte bine pregătiți!

Sărăcirea percepțiilor senzoriale la oamenii spațiului poate fi provocată de foarte mulți factori: izolarea sau ruperea obligată a contactelor cu mediul înconjurător; șederea într-un mediu care antrenează o importantă restrîngere a mișcărilor și o suprimare a unui mare număr de senzații; menținerea îndelungată în stare de imponderabilitate; folosirea unui echipament individual care oprește parvenirea senzațiilor uzuale (de pildă, scafandre spațiale) etc. În afara penuriei de informații exterioare, menținerea unor stimuli izolați și persistenti, cu caracter profund de monotonie și pericol, formează în cazul zborurilor aeriene și spațiale inamicul nr. 1!

Experiențele efectuate înainte de cel de-al doilea război mondial de dr. Edith Bone — care a petrecut șapte ani într-o celulă subterană pentru a verifica influența ruperii complete cu exteriorul — i-au urmat cele conduse de profesorul canadian D. O. Hebb de la Universitatea McGill și publicate în anul 1953; interesul foarte viu stîrnit de aceste cercetări s-a materializat prin intensificarea preocupărilor în domeniu, în U.R.S.S., Statele Unite și unele țări europene, evidențiate prin multiplicarea variației condițiilor în care erau menținuți subiecții care luau parte la experiment. Unele exemple au fost menționate la începutul acestui paragraf, iar caracterul foarte variat al experimentelor a condus și la o foarte largă paletă de rezultate, ceea ce a permis medicilor să determine interpretarea rezultatelor și luarea de măsuri în consecință cu o foarte mare prudență. În unele cazuri a rezultat că nu se poate vorbi de o lipsă de informații senzoriale (deci de ceea ce numim privațiuni senzoriale), ci de înlocuirea acestora cu stimuli exteriori modificați față de cei uzuali; de fapt, aceasta rezultă și din literatura de specialitate, unde se poate constata că experiențele efectuate asupra privației senzoriale poartă nu mai puțin de 45 de denumiri diferite!

Dacă, la începutul utilizării acestei tehnici pentru studierea comportamentului piloților și apoi a viitorilor cosmonauți, s-a dat importanța principală metodelor și condițiilor materiale efectuării probelor, a apărut destul de repede necesitatea ca, pentru a se obține rezultate corecte, să nu se negligeze în nici un caz personalitatea, pregătirea, antecedentele, motivația și nivelul intelectual al fiecărui subiect pus în situația de a fi lipsit (temporar și experimental) de senzații! Spre exemplu, la unul din piloții care erau testați în camera surdă a apărut simptomul că nu mai putea suporta ecranul TV din încăperea pe motiv că... provoca o căldură insuportabilă (!), pilotul respectiv afirmînd că a și găsit cauza respectivului fenomen: „...un punct negru, mai ars“ de pe ecranul televizorului!

Chiar înainte de primele zboruri cosmice ale omului exista opinia că, în condițiile unor stimuli „săraci“, psihicul omului supus la un stres deosebit, cum ar fi pregătirea sau efectuarea unui zbor spațial, poate să se modifice; savanții sovietici, printre care prof. F. D. Gorbov, medicii V. Lebedev și O. Kuznețov au efectuat numeroase experimente în camera surdă, la care au participat atît candidați cosmonauți, cît și subiecți avînd vîrste între 20 și 30 de ani și care nu făceau parte din grupul de cosmonauți. Ca rezultat general a reieșit că un om sănătos poate sta în condiții

de izolare totală de lungă durată fără ca sănătatea să-i fie afectată prin afecțiuni psihice și fără a-și pierde capacitatea de muncă. S-a relevat totuși posibilitatea apariției de tulburări psihice neobișnuite, care deși nu sînt de natură a-l îmbolnăvi pe respectivul subiect, pot afecta temporar recunoașterea anumitor fenomene, îl pot face uneori inapt pentru efectuarea unor experimente complexe în spațiu. Ulterior a rezultat că aceasta provenea din faptul că informațiile despre stimulii exteriori erau deosebit de sărace!

Iluzii de recunoaștere datorate gradului insuficient de informare s-au produs și pe timpul zborului; astfel, astronautul american L. Gordon Cooper a transmis cu toată seriozitatea că zburînd deasupra Podișului Tibet, a putut vedea cu ochii liberi diferite construcții civile, deși se știe bine că puterea de rezoluție a ochiului celui mai bun văzător dintre oameni nu poate deosebi așa ceva de la o asemenea altitudine! De fapt, a fost o halucinație cauzată de izolarea în care se găsea și, mai ales, datorită lipsei de informații și a dorinței acute a astronautului de a poseda așa ceva!...

Într-un anumit fel, aceste „erori ale simțurilor“ provin de la faptul că omul nu numai privește, dar în același timp și raționează, deci erorile sînt ale... gîndirii!

În oricare dintre aceste situații, nu trebuie uitate cîteva din legile „de aur“ ale efectuării acestor experimente și, evident, ale gradului lor de veridicitate, deci de eficacitate pentru viitoarele zboruri spațiale: subiectul trebuie să știe de la început durata experimentului sau dacă el este în măsură să-l întrerupă la dorință; chiar atunci cînd sînt supuși la o foarte severă privare senzorială, subiecții știu foarte bine că experimentatorii îi urmăresc spre a-i salva de situații fără ieșire sau periculoase; noțiunea de izolare socială este totdeauna inclusă în ansamblul situațiilor cuprinzînd privațiunea de senzații și stimuli exteriori!

În condițiile zborurilor cosmice, cosmonauții se află *permanent* în legătură radio cu stațiile de la sol, iar camerele de televiziune le aduc vești de „acasă“; în acest fel se stabilesc legături pe care psihologul sovietic Oleg Kuznețov le-a numit „publicitatea izolării“! Pentru a demonstra cele afirmate, dr. Kuznețov a efectuat o serie de experiențe în care subiecții erau preveniți, de la momentul izolării, că se află sub supraveghere tot timpul; ca urmare subiecții au reacționat mult mai puțin la izolarea impusă, în special acesta fiind cazul subiecților-femei: din cinci persoane de sex feminin antrenate în experiență, doar una s-a comportat perfect destinsă, trei fiind foarte apropiate de dorința de a „juca un rol cît mai bine“,

iar ultima apărind extrem de... jenată! Ca o consecință a fenomenului de „publicitate a izolării“, a rezultat că această stare influențează negativ asupra derulării experimentului, iar unul din medicii care s-a supus benevol experimentului, pentru a putea să-și dea mai bine seama de influențele acestuia asupra fenomenelor psihice, a apreciat procedeul ca „depășind limitele conveniențelor“!

Adevărul este că dacă izolarea joacă un rol nefast pentru oricare individ, solitudinea îi este uneori necesară, deoarece viața în public implică exigențe de concentrare și de autocontrol, uneori greu de suportat timp îndelungat...

Asupra importanței legăturilor radiofonice între sol și cabina cosmică nu mai este cazul să se insiste, mai ales dacă la pupitrul de comandă se află unul dintre cosmonauții cu experiență; prezența acestora poate asigura o recomfortare morală pentru novicii în prima lor misiune în Cosmos...

Dar solicitudinea față de oamenii cosmosului nu trebuie împinsă prea departe; televiziunea, al cărei important rol științific este incontestabil, poate deveni, în anumite circumstanțe, extrem de plictisitoare, chiar obositoare pentru cei ale căror sarcini în Cosmos îi obosesc peste măsură, astfel încât transmiterea obligatorie de date și informații pe acest canal poate avea efecte total negative...

Se vorbește tot mai mult despre rolul „publicitar“ pentru astronautică (!!) al accesului publicului larg la transmisiunile în direct din Cosmos, chiar la convorbirile dintre nava cosmică și stațiile de la sol; un exemplu îl poate constitui relativ recenta inițiativă a celor de la firma „Bell Telephone“, care au asigurat unora dintre abonații telefonici care făceau un anumit număr și acceptau să plătească taxa unei convorbiri „Pământ-Cosmos“, plăcuta surpriză de a auzi în direct, discuțiile dintre echipajul navei spațiale (1982) și conducătorii zborului de la „Centrul de urmărire și control al misiunilor navei“!

Rămâne de văzut dacă și cosmonauții, care deslășoară misiunile spațiale sub imperiul totuși al unei încordări generale a forțelor și a resurselor morale și fizice, vor continua să fie de acord cu această „participare fără voie“ a unui public care dorește să se introducă neapărat (din curiozitate, din preocupare pentru aspectele științifice ale zborului spațial?) în intimitatea discuțiilor dintre Cosmos și Pământ... Este aici cazul de a fi citat primul cosmonaut care a zburat pe orbită: „... cu Cosmosul nu-i de glumă! Trebuie luat în serios.“

Experimentatorii occidentali au manifestat adesea tendința de a crea condiții foarte severe de izolare a candidaților-cosmonauți în perioada de pregătire; acest fapt a condus adeseori la apariția unor tulburări psihice la subiecții testați. Astfel, în experiențele efectuate sub conducerea dr. Heron, după 72 de ore de izolare severă, 37% din subiecți au abandonat, iar în experimentele conduse de Weinstein, au fost notate 57% de abandonuri... Experimentatorii au notat, destul de pesimiști: „...gândirea subiecților se deteriorează; răspunsurile devin emotive, copilărești, percepțiile vizuale se tulbură, apar halucinațiile...“

Desigur, aceste concluzii ale experimentatorului american nu au fost aproape deloc confirmate de marea majoritate a zborurilor efectuate de astronautii și cosmonauții care au îndeplinit misiuni spațiale singuri sau, dacă au fost în echipaje, au avut misiuni destul de îndelungate... Totuși, privațiunile senzoriale constituie, așa cum afirma și Iuri Gagarin, unul din motivele serioase pentru care Cosmosul trebuie „luat în serios“...

S-a constatat că izolarea într-un mediu închis provoacă oboseală și implică tulburări psihice, fiziologice și ale sistemului nervos. Rezultă, în ansamblu, reducerea capacității de lucru, dacă nu se iau măsuri preventive, diminuarea vigilenței și chiar a unor facultăți de percepție; se adaugă, la unii subiecți, teamă, diminuarea capacităților intelectuale, alterarea simțului critic, apatie, perturbarea noțiunilor asupra derulării timpului, tulburări în somn și vise neplăcute, apariția de iluzii optice uneori halucinații și chiar dedublarea personalității... Uneori modificările ritmului biologic normal, monotonia unor sarcini care trebuie neapărat efectuate și care-l obosesc pe astronaut prin monotonia lor, accentuează tulburările mai sus menționate.

Specialiștii sovietici mizează mult în perioada de pregătire a cosmonauților pe folosirea „camerei surde“, cum o numesc ei, pentru a face pregătirea psihologică cuprinsă în programele de pregătire ale acestora; este vorba de un fel de încăpere, de dimensiuni reduse, în care se poate însă lucra și locui în condiții normale. Izolat astfel pentru mai multe săptămâni de mediul înconjurător, subiectul trebuie să se conformeze unui program prestabilit și care reglementează comportarea sa foarte minuțios, cuprinzând o serie de teste, unele care implică chiar condiții dificile pentru a fi trecute cu bine. Nu sînt excluse surprizele și chiar efectele violente, printre care se pare sunetul inopinat și foarte puternic al unei sirene sau apariția unei lumini violente. A rămas de pomenă cazul cosmo-

nautului taciturn Andrian Nikolaev care, la apariția acestor stimuli violenți, s-a mulțumit să ridice capul și să schițeze un suris, ceea ce pentru el, care râde foarte rar, s-a apreciat ca un semn de mare atenție acordat evenimentului!...

Desigur, și specialiștii sovietici au înregistrat fenomene neplăcute la subiecții testați, printre care apatie, oboseală, stare de somnolență, scădere a atenției, interpretări eronate pentru unii stimuli exteriori de tip slab. Spre exemplu, dr. V. Lebedev amintește, în una din lucrările sale, că în timpul unor experiențe în camera surdă, subiectul a raportat că medicul de serviciu a aprins lumina cu circa 20 de minute mai târziu decât se prevedea în program; după trei zile subiectul a repetat același raport, deși în realitate lumina nu fusese deloc aprinsă! Acesta poate fi considerat un exemplu clasic de vis luat drept realitate. În condiții de izolare îndelungată, medicul sovietic S. Bugrov notează în jurnalul personal că a avut halucinații auditive: „auzea“ o melopee tristă, destul de plăcută, dar mereu aceeași...

Antrenamentele primei perioade de pregătire a zborurilor cosmice sovietice includeau un program destul de „dur“ de antrenament în „camera surdă“: trei-patru pași de la un perete la celălalt, nu se percepe nici un fel de zgomot, liniștea devine apăsătoare, nu vezi și nu poți discuta cu nimeni zile în șir! Acest program, așa cum s-a menționat și anterior, nu a putut fi suportat de toți candidații la titlul de onoare de cosmonaut... Se menționează de multe ori cazul cosmonautului Pavel Popovici, un optimist prin excelență: după ce el își încheia programul de experiențe obligatoriu pentru respectiva zi petrecută în greu suportabila „cameră surdă“, pentru a nu fi copleșit de apăsătoarea stare de acolo, recita ore întregi versuri sau canta arii din opere! Chiar el mărturisea ulterior următoarele: „Era singura soluție, altfel îți venea să înnebunești, nu altceva!“ Dar comisia îi pregătise un final de experiențe de excepție: în ziua cînd urma încheierea experimentului pe care el de acum era sigur că l-a trecut cu brio, comisia a hotărît că programul trebuie continuat încă două zile! Din pragul „camerei surde“ pe care se pregătea, fericit, s-o părăsească pentru totdeauna, Popovici i-a privit lung pe cei care au venit să-i anunțe vestea care-l putea scoate din sărite pe oricare altul în locul lui, s-a întors fără un cuvînt în încăperea în „care-ți vine să înnebunești, credeți-mă!“ și a stat în continuare cele două zile hotărîte de comisie... El avea să recunoască după aceea că au fost cele mai grele zile ale sale, infinit mai grele decît perioadele petrecute în Cosmos.

Este adevărat că pentru patru ore zilnic, cosmonauții aveau de lucru, conform programului, ba chiar primilor li s-a permis să citească (ulterior această facilitate nu a mai fost permisă!); la dispoziția celor claustrați se găseau creioane, hîrtie, bucățele de lemn etc. din care făceau jucării sau se îndeletniceau cu scrierea de povestioare sau făceau diferite calcule, deoarece li se permițea luarea riglei de calcul!...

S-a confirmat din aceste programe petrecute în „camera surdă“, că oamenii pot lupta cu „absența senzațiilor“ proprie unui zbor cosmic îndelungat, doar dacă au învățat deja cum să-și petreacă interesant timpul liber, evitînd plictiseala, apatia, stresul, iluziile, mai ales dacă această situație este însoțită de lipsa chiar a stimulilor sonori, deci într-un fel de „cameră surdă“!...

Uneori programul se parcurgea nu după graficul direct, ci după cel invers; iată două noțiuni neobișnuite celor care nu au participat nici o dată la experiența în „camera surdă“: prin grafic se înțelege timpul programat după care trăiește (și eventual își face un program propriu!) subiectul experienței, respectiv, cosmonautul din „camera surdă“. Graficul direct corespunde în întregime timpului astronomic, în timp ce cel invers este decalat cu 12 ore: zilei din exterior îi corespunde noaptea în „camera surdă“! Desigur o dificultate suplimentară, dar cosmonauții au apelat la ceea ce se numește ludism (activități prin care omul se întreacă cu sine-insuși în rezolvarea de probleme de șah, de cuvinte încrucișate și alte rebusuri etc.). și au învins plictiseala, ucigătoarea inactivitate.

În afara acestor activități — apreciate ca eficiente de conducătorii majorității experimentelor în „camera surdă“ — au fost luate, evident, și alte măsuri preventorii, destinate menținerii integrității psihice a oamenilor cosmosului, astfel încît nici un cosmonaut nu a acuzat tulburări psihice grave pe parcursul executării misiunii spațiale efectuate. Printre aceste măsuri se menționează: amenajarea corespunzătoare a cabinei cosmice cu confort mereu sporit; evitarea restrîngerii activității motorii prin exerciții fizice; adoptarea unui ritm biologic de viață și muncă, cît mai apropiat de cel obișnuit; folosirea de mijloace eficiente de legătură cu solul; asigurarea unor programe active, interesante și antrenante, care să nu lase loc monotoniei; parcurgerea la sol a programelor de antrenament apte să dea încredere în forțele proprii!

BIORITMOLOGIA ȘI ZBORURILE SPAȚIALE

Atenția savanților este de mult timp reținută de legătura ce există între oscilațiile regulate suportate de principalele funcții fiziologice ale tuturor ființelor vii, studiul acestor fenomene făcând obiectul bioritmologiei. Totul se petrece ca și cum, pe parcursul evoluției lor, ființele vii s-ar fi adaptat unor schimbări periodice ale mediului lor natural, organismele dotate cu o mai bună adaptabilitate fiind favorizate de selecția naturală. Se pare că totul s-a derulat ca și cum acest proces ar fi condus la formarea unui fel de orologiu intern (!) care să le permită acestor viețuitoare să-și ordoneze strict toate manifestările lor vitale.

Se știe că există cicluri lunare, sezoniere, anuale, dar cel care oferă un interes major este cel numit nycthemeral sau circadian (de la cuvintele latine *circa diem*, aproximativ o zi), acesta oferind informații deosebite asupra activității a numeroase funcții fiziologice și, legate de acestea, a unor activități psihice importante. Schimbările survin de la zi la noapte, astfel: în timpul nopții, respirația umană se încetinește, antrenând o reducere a consumului de oxigen, ritmul cardiac slăbește, iar tensiunea scade; intervin unele modificări și la nivelul repartiției constituenților plasmiei sanguine, în activitatea rinichilor și a glandelor endocrine. S-a stabilit experimental că însuși ritmul conform căruia se multiplică celulele depinde de starea de zi ori de noapte, mai precis de iluminarea naturală. Cel mai evident este pus în valoare ciclul zilnic uman prin temperatura corpului, care scade cel mai mult dimineața atingând valoarea sa maximă spre sfârșitul după-amiezii! Nivelul cel mai ridicat al activității fiziologice, care corespunde unui tonus vital bun și a unei activități psihice eficiente, respectiv unei eliberări maxime de energie se situează, statistic, pentru organismele umane, între orele 12 și 18, pe când nivelele cele mai coborâte, care evidențiază necesitatea recuperării energiei, se găsesc între orele 2 și 5 dimineața!...

Din punct de vedere al istoricului acestei probleme deosebit de interesante pentru activitățile omului în Cosmos, fizicianul francez Jean-Jacques de Mairan (1678—1771) a fost primul care, în anul 1729, a descoperit că în absența oricărei iluminări, mișcările frunzelor plantelor conservă o periodicitate de 24 de ore. Numeroase experiențe efectuate de atunci au permis să se stabilească universalitatea ritmurilor biologice; spre exemplu, a putut să fie

stabilit că ritmul circadian este cuprins între 23 și 28 de ore pentru regnul vegetal și între 23 și 25 de ore pentru regnul animal.

Cu aproape 40 de ani în urmă a început o nouă etapă în cercetarea mecanismelor care provoacă ritmul circadian și asupra proceselor fiziologice comandate de aceste mecanisme; cu această ocazie a apărut rolul determinant jucat de alternanța zi-noapte, precum și importanța altor factori, printre care umiditatea atmosferică, fenomenele electromagnetice, presiunea barometrică etc. Aceste cercetări au evidențiat și rolul jucat de mecanisme interne ca: instinctul sexual, zgomotele, mirosurile etc. Cu toate aceste eforturi ale bioritmologiei moderne, lucrurile erau în continuare departe de a fi clare; unele experiențe au demonstrat posibilități de modificare a ritmului circadian prin transformarea periodicității factorilor exteriori, în mod special al iluminării. Iată însă că experiențe sistematice pe șoareci de laborator, precum și evidențierea ritmurilor circadiene ale păsărilor din zonele arctice, par să arate că persistența (sau absența îndelungată) a iluminării, *nu* influențează determinant ritmul circadian!

Interesante experiențe asupra membrilor expediției sovietice instalată dincolo de cercul polar a efectuat omul de știință V. Boriskin; în timp ce activitatea lor era reglementată printr-un program dependent de ora Greenwich, ritmul lor circadian se stabilea în funcție de modul de existență adoptat, respectiv de alternanțele dintre perioadele de muncă și odihnă. A rezultat astfel, că, în cazul omului, reflexele condiționate joacă, paralel cu factorii externi deja menționați, un rol deloc neglijabil în formarea și, mai ales, în menținerea ritmului circadian. Atunci când s-a încercat să se stabilească o teorie general valabilă a bioritmologiei, a trebuit să se aibă în vedere că și la organismele inferioare există ritmuri circadiene, deși acestea nu au totdeauna sistem nervos și deci par incapabile de a-și forma reflexe condiționate.

Iată că unii autori au părut tentați a admite că „orologiu biologic” s-ar situa la nivelul celulei; însăși viața, afirmau aceștia, trebuie să aibă în mod necesar un ritm cel puțin, măcar și pentru motivul că reprezintă un proces chimic continuu care se compune din două faze complementare: acumularea și eliberarea de energie! Continuând pe această concepție, partizanii ritmologiei au afirmat că însăși apariția vieții nu s-ar putea explica decât prin apariția și instaurarea unei anumite ordini în haosul primordial al reacțiilor chimice, mecanismul biologic fiind intim legat de sinteza moleculelor de acizi ribonucleici și de fermenți!... Mai mult, celula ar fi

acea entitate care reacționează prompt la variațiile de presiune barometrică, ale temperaturii și ale altor factori externi.

La organismele multicelulare, ritmurile biologice sînt reglate de mecanismele centrale, a căror activitate se manifestă printre altele prin alternanța fazelor de veghe și de somn; așa cum demonstrează și I. P. Pavlov, cu cit un organism este mai evoluat, cu atît el se adaptează mai bine și mai repede la modificările mediului, aceasta datorită formării în scoarța cerebrală a legăturilor temporale, mecanismul reflexelor condiționate adaptîndu-se la noua situație și determinînd totodată și comportarea reflexelor necondiționate din care face parte și ritmul circadian al funcțiilor fiziologice!

Problema ritmurilor circadiene s-a pus cu acuitate la anumite profesii (miner, aviator, mecanic de metrou etc.); ea devine foarte importantă o dată cu dezvoltarea tehnicii cosmice, determinînd efectuarea de experiențe legate de studiul diferitelor regimuri ale activităților cotidiene în condițiile unui zbor cosmic simulat. Experiențele au arătat că pe măsură ce ritmul de viață și de activitate al unui om este mai diferit de cel obișnuit, cu atît va fi suportat mai greu. În general, schimbîndu-se ritmul obișnuit, în noul regim capacitatea de muncă anterioară a cosmonauților se va reface într-o anumită perioadă de timp, ei începînd să adoarmă la orele stabilite prin programul cel nou al activității spațiale. Restructurarea corespunzătoare a funcțiilor fiziologice (puls, respirație, temperatura corpului etc.) va întîrzia însă între 5 și 10 zile, deși subiecții continuă să contabilizeze timpul în zile terestre. Este o problemă similară celei a timpului de pe navă față de timpul de pe Pămînt...

Este aproape sigur că la elaborarea regimului zilnic al fiecărui zbor cosmic îndelungat trebuie să se țină seama de numărul membrilor echipajului, de volumul activităților de efectuat pe orbită, de necesitatea unor încăperi de odihnă. A nu se uita că organismul uman nu ține totdeauna seamă de schimbarea orei, aparînd desincronizări între timpul local și cel fiziologic al fiecărui membru al echipajului spațial. Răsturnări frecvente ale ritmurilor obișnuite, în special la personalul navigant al companiilor aeriene care efectuează curse lungi, de regulă transoceanice, au evidențiat apariția unor stresuri!

La stresuri nervoase similare poate conduce, la foarte multe persoane, așa cum s-a mai afirmat anterior, aceste desincronizări de ritm biologic, mai ales dacă în orele de veghe (care nu mai sînt cele obișnuite) se depune o activitate intensă și încordată a

creierului, ceea ce este chiar cazul lucrului astronautilor pe orbită! Desigur, sînt și persoane care pot dormi la „comandă sau la auto-comandă“! Această facultate, care-i era proprie primului cosmonaut, Iuri Gagarin, este foarte utilă cosmonauților.

Cît de mult s-au schimbat însă condițiile de efectuare a zborurilor spațiale; astfel, atunci cînd au efectuat, în 1965, zborul la bordul cabinei spațiale „Gemini 5“, astronautii L. Gordon Cooper și Charles Conrad s-au plîns că le-a fost extrem de greu să doarmă pe rînd în încăperea de lucru, fiecare zgomot oricît de mic trezindu-i deoarece în încăperea cosmică domnea o liniște deplină. Cu totul altfel poate să descrie Dorin Prunariu pregătirea și efectuarea primului somn în Cosmos, la bordul navei „Soiuz 40“: „...Am intrat, așa îmbrăcați cum eram, în sacii de dormit (Leonid spunea că s-ar putea să ne fie frig), am tras fermoarele și am adormit aproape instantaneu. În gînd am spus «noapte bună» tuturor de pe Pămînt!“

Cercetările și zborurile cosmice îndelungate au demonstrat că după opt ore de veghe, în care se derulează, de regulă, un program de activități complexe, un somn de minimum patru ore permite restabilirea completă a capacității de lucru în condiții similare din „camera surdă“. Totodată, la organizarea programului din nava spațială, este important să se stabilească pentru fiecare membru al echipajului orele de activitate, de odihnă activă, de somn. Responsabilii de zboruri spațiale, americani și sovietici, au preferat să mențină la bordul navelor spațiale, ritmul de 24 de ore, deoarece s-a putut constata că modificarea ritmului circadian în condițiile izolării, imobilizării relative, al reducerii stimulilor externi, scade rezistența la factorii negativi cosmici!

Cazul oamenilor spațiului este totuși particular și foarte semnificativ: în cazul unui zbor spațial nu este simpla problemă a unui decalaj de ore, ci chiar de dispariția principalelor mecanisme care reglează în condițiile terestre, ritmul circadian! Astfel, în cazul unei orbite joase, orice vehicul spațial efectuează o revoluție în circa 90 de minute, jumătate din timp fiind în umbra Terrei; pentru cei din nava cosmică, Soarele „se ridică și se culcă“ de 16 ori în 24 de ore! La fel, în loc să urmeze variațiile lor naturale, presiunea barometrică, umiditatea, temperatura aerului se mențin aproape riguros constante în cabina cosmică! Mai mult, pentru cazul zborurilor pe trasee lunare sau — de ce nu? — planetare, cel puțin pentru cazurile viitoare, cosmonauții sînt supuși timp îndelungat la expunerea luminii solare, sau întunericului profund al Cosmosului; imediat se pune și problema duratei „zilei“ pe alte

astre decît Terra: ciclul zi-noapte pe Lună reprezintă 27 de zile terestre, iar pe Marte anotimpurile și anii sînt de două ori mai lungi decît pe „minunata planetă albastră“! În plus, acești cosmonauți nu vor mai fi sub influența cîmpului geomagnetic, care se pare că exercită o anumită influență asupra sistemului nervos central al organismelor superioare. Oscilațiile de 8—16 herți proprii cîmpului geomagnetic corespund frecvenței undelor alfa ale scoarței cerebrale.

Experiențele efectuate în Uniunea Sovietică, de doctorul în științe medicale Vladimir Ivanovici Lebedev, specialist în psihologia cosmică, au arătat că însăși noțiunea derulării timpului poate fi perturbată dacă se efectuează un „bruiaj“ artificial al undelor alfa! De asemenea, experiențe efectuate în R.F. Germania, Statele Unite și Uniunea Sovietică, au evidențiat apropieri semnificative dintre furtunile magnetice care perturbă cîmpul geomagnetic și creșterea în aceste perioade a numărului de afecțiuni nervoase, de sinucideri și chiar de accidente rutiere!

Specialiștii sovietici au efectuat mai multe experiențe în „camera surdă“, pentru a verifica dacă subiecții pierd ori nu noțiunea timpului; într-una din acestea, unui subiect i s-a dat un ceas care era reglat să rămînă în urmă zilnic cu 180 de minute, deci durata zilei creștea pentru acest subiect pînă la 27 de ore. Atunci cînd, după 15 zile, subiectul a ieșit din „camera surdă“, el nu a putut să înțeleagă mult timp de ce testul a fost întrerupt cu două zile mai devreme! Deci, deși procesele fiziologice umane continuă un anumit timp să-și mențină ritmul circadian, totuși omul nu este capabil să se orienteze asupra curgerii timpului fără a face apel la traductoarele de timp, la orologii...

Deoarece modificările ritmului circadian se traduc, mai ales în condițiile claustrării în cabina cosmică (fără mulți stimuli externi obișnuiți) în micșorarea rezistenței la acțiunea factorilor Cosmosului, se consideră că în zborurile cosmice va trebui menținut la bord ritmul obișnuit de 24 de ore, respectiv condițiile ritmului circadian. Acest lucru, care este de dorit, nu poate fi totdeauna asigurat, mai ales atunci cînd programul activităților de depus în timpul zborului este foarte încărcat; un exemplu clasic îl constituie zborul navei selenare „Apollo 8“, pentru care medicul Charles Berry stabilise și pentru perioada celor zece rotații în jurul Seleniei un anumit timp de odihnă pentru cei trei călători. Efectuarea în premieră a acestei misiuni, precum și numeroasele activități trecute în program, i-au obligat însă pe membrii

echipajului condus de Frank Borman să renunțe la aceste minute de răgaz... De aici însă a rezultat și o problemă pentru medicii psihologi care lucrează în astronautica aplicată: avînd sarcini precise în cadrul sistemului „om-mașină“, cosmonautul trebuie să dispună de timpul optim pentru efectuarea „gărzilor“ la bordul navei, prin care să supravegheze și să conducă automatele!

Folosind informațiile furnizate de cosmonauții sovietici care au parcurs perioade foarte îndelungate în spațiu, s-a putut preciza că nu este deloc indicat să fie întrerupt ritmul circadian, mai ales cînd sînt de îndeplinit sarcini atît de complexe ca cele de la bordul unui aparat spațial locuit; mai mult, cu cit se adoptă un ritm artificial mai depărtat de cel circadian, cu atît acesta este mai dificil de suportat. Limitele de toleranță ale acestor abateri se înscriu în gama de la 18 la 28 de ore.

În orice caz, atenția este concentrată spre organizarea unui program rațional la bordul oricărei nave cosmice, incluzînd perioade regulate de activitate, de repaus activ și de somn, exercițiile fizice permițînd adaptarea astronautilor mult mai rapidă la noul ritm, inclusiv chiar de a putea beneficia de un somn suplimentar de 4—1,5 ore!

Dacă pentru zborurile scurte se poate vorbi de un program al celor trei „opturi“ (8 ore de somn, 8 de odihnă activă și 8 de activitate), aceasta nu mai este cazul zborurilor îndelungate, deoarece a cere atenția încordată timp de opt ore, în condiții de imponderabilitate și de adaptabilitate și la alți factori proprii unei asemenea misiuni, se consideră periculos pentru securitatea activității sistemului nervos al oamenilor spațiului! Au fost propuse cicluri de 24 de ore în care la opt ore de somn corespundeau patru cicluri de patru ore, fiecare permițînd alternarea activității cu odihna activă; o altă posibilitate este oferită de ciclul de 24 de ore bifazat: fiecare fază, cu o durată totală de 12 ore, poate fi divizată în trei perioade egale rezervate somnului, odihnei și activității. Se pare că ambele metode dau bune rezultate, spre deosebire de ideea ciclului de 18 ore, din care 6 ore de somn și 4 perioade alternative de activitate și de odihnă, fiecare de cîte 3 ore... Oricum, organizarea vieții la bord depinde de durata și scopurile misiunii!

În afara problemelor ridicate de ritmul circadian, în ultima perioadă s-a extins practica determinării — uneori chiar cu ajutorul calculatorului — a așa-numitului calendar bioritm, pornind de la data nașterii subiectului analizat. La baza acestuia se

afllă o teorie potrivit căreia activitatea omului reprezintă rezultanta interacțiunii a trei factori cu perioade constante și variații ciclice repetate: factorul fizic (23 de zile), factorul emoțional (28 de zile) și cel intelectual (33 de zile). Din suprapunerea și analiza curbelor aferente celor trei factori în variație, rezultă o alternanță de momente cărora această teorie le acordă semnificațiile de „maxim” și de „minim” de formă; în plus, zilele în care aceste curbe intersectează linia corespunzătoare nivelului „zero” ar avea caracterul „critic”...

Deci, la momentele de „maxim” capacitățile individului se găsește la apogeu și acesta se poate angaja în activități de mare importanță, sigur că le poate finaliza (!), uneori nemaigîndindu-se dacă are posibilități, aptitudini etc. pentru asemenea activități... În zilele corespunzînd „minimelor”, individul ar trebui să nu se prea implice în activități, neavînd posibilități și resurse (!), iar în zilele în care se înregistrează puncte „critice”, el are cea mai mare șansă de a comite greșeli, uneori chiar ireparabile!...

Fără a se preocupa de valoarea științifică a teoriei, unele firme producătoare de calculatoare prezintă și faptul că produsele lor se pretează la acele programe, permițînd stabilirea „calendarului bioritm”, ceea ce ar permite utilizatorilor să-și explice „științific” succesele și, desigur, insuccesele... De fapt, așa cum subliniază un cunoscut specialist român, dr. Valeriu Ceaușu, implicat în cercetările spațiale din România, acesta reprezintă un mod de a nega variabilitatea cu caracter ciclic a multora dintre funcțiile fiziologice și implicit a celor psihice. Însăși „Asociația psihologilor din România” arată că nu există o bază științifică pentru utilizarea calendarului bioritm în vederea adoptării de măsuri pentru alcătuirea programelor de activitate.

PSIHOLOGIA ECHIPAJELOR COSMICE

Actualele nave cosmice au echipaje formate aproape permanent din 2—3 cosmonauți, iar naveta spațială, între 4 și 7 astronauți; această situație a pus noi probleme psihologiei spațiale. Chiar dacă un astronaut-candidat a satisfăcut complet exigențele selecționării (asupra cărora se va reveni), chiar dacă se cunosc bine

temperamentul, dorințele, preferințele și chiar repulsiile acestuia, totuși aceasta nu înseamnă că este ușor de a se prevedea care-i vor fi reacțiile și comportamentul în cadrul unui grup, al unui echipaj cosmic. A hotări încă din faza de formare a unui echipaj cosmic care va fi randamentul acestuia este foarte dificil, deoarece nu este suficient să fie adunați specialiștii de care are nevoie respectiva misiune pentru a avea șanse de reușită totală și să li se dea un program de activitate.

Eficacitatea efortului colectiv rezidă, în mare măsură, din existența în cadrul membrilor echipei a amicitiei, a stimei reciproce și chiar a compatibilității lor profesionale. Aceasta este una din principalele sarcini ale medicilor psihologi încă din perioada de pregătire pentru zborurile cosmice, știut fiind faptul că numai atunci cînd între membrii echipajului există o profundă înțelegere și pricepere în a completa reciproc fiecare munca celuilalt, se vor putea soluționa sarcinile chiar cele mai grele ale misiunii spațiale...

Iată de ce psihologii selecționează echipajele în modul cel mai atent, luînd în considerare sentimentele reciproce de simpatie, încredere, stimă. Este absolut necesar ca în cadrul echipajului să existe o persoană care să determine climatul psihologic în colectiv, dar în primul rînd trebuie ca acesta să fie format din oameni comunicativi și binevoitori, care să nu-și piardă cumpătul nici în situațiile cele mai grele. Nu întîmplător un foarte bun cunosător al comportării unui colectiv redus de exploratori, cum este Thor Heyerdahl, în rugămîntea adresată Academiei de Științe a Uniunii Sovietice de a recomanda un medic pentru a face parte din echipajul ambarcațiunii științifice „Ra”, a caracterizat drept una din principalele calități pe care trebuie să le posede persoana vizată, simțul... umorului!

Pentru formarea primelor „tandem-uri spațiale”, echipaje formate din doi cosmonauți, inițial s-a adoptat o metodă oarecum clasică: să se facă apel la caractere care să se completeze reciproc! Deci, unul din membrii echipajului să fie reprezentantul singelurece și al calmului, iar celălalt, al gustului riscului și al dinamismului. La cel de-al XVI-lea Congres internațional de astronautică (Atena, septembrie 1965), au putut fi văzute cele mai reprezentative asemenea „tandem-uri”: Beliaev—Leonov (echipajul navei „Voshod-2”) și Cooper—Conrad; calmul și rezerva comandantului Beliaev contrasta cu dinamismul și volubilitatea lui Leonov, primul „mășăluitor” al Cosmosului; la fel, taciturnul L. Gordon Cooper era însoțit de veselul Conrad, despre care se spunea că

este „Jerry Lewis al cosmodromului Kennedy“! Pentru a demonstra cât este de năstrușnic, Conrad a făcut mai multe ghidușii și salturi pe Lună, unde făcea tandem cu calmul Alan Bean, care i-au adus și renumele de primul om care a căzut pe solul selenar!...

Veselul Charles „Pete“ Conrad, născut în 1931, absolvent al Universității din Princeton și membru al Institutului American de Aeronautică și Astronautică, este un complex de contraste: este un abil matematician, iar în orele libere face înot; ține conferințe științifice și adoră să construiască avioane din... hîrtie (!); cunoaște ca nimeni altul sistemele tehnice ale *Modulului lunar* și colecționează pălării de... birjar (!); este un talent ca astrofizician, dar este mare amator de tatuaje!... În fine, despre fiecare din „oamenii spațiului“ se poate spune cîte ceva, privind caracterul și gradul de acomodare în interiorul unui colectiv, acestea fiind materialul de lucru al psihologilor.

În zborurile cosmice îndelungate se resimte din plin lipsa de emoții, uneori și de sentimente; luni de zile cosmonauții văd aceleași obiecte în cabina cosmică, aceleași stele prin hublouri, același firmament negru și același disc orbitor de luminos al Soarelui. Nu vor fi nici zi, nici noapte, nici vară, nici iarnă, nu va exista nimic din cele cu care omul s-a obișnuit pe planeta natală. Dacă la aceste evidente handicapuri s-ar mai adăuga și resentimente în cadrul echipajului, atunci situația ar deveni de nesuportat; o rază de lumină a fost adusă recent de posibilitatea pe care o au cosmonauții de a beneficia de comunicații video bilaterale; în zborul echipajului Vladimir Liahov—Valeri Riumin (februarie 1979), aceste telecomunicații video bilaterale au fost excelente, cosmonauții declarînd că: „Se vede de parcă am fi în casă!“. Iată, deci, și motivarea psihologică a apariției televizorului pe un obiect cosmic artificial, în calitatea sa de sprijin moral. Deoarece, deși au la dispoziție casete cu filmele preferate și alte mijloace de recreere în orele de odihnă, nimic nu le face cosmonauților mai mare plăcere decît discuțiile-video de duminică cu rudele și prietenii...

Acest lucru este deosebit de important, deoarece programul alcătuit cu mult timp înainte de zbor și deseori calculat pe minute, este permanent foarte încărcat: experimente tehnice, medico-biologice, astrofizice și tehnologice, studierea resurselor naturale ale Terrei și a atmosferei superioare a planetei, cercetări în microgravitație, testarea diferitelor sisteme destinate perfecționării continue a construcției navelor spațiale etc. În felul acesta numărul

profesiilor pe care membrii echipajelor cosmice trebuie să și le însușească crește rapid; uneori se ajunge la situația ca numărul membrilor echipajelor să se mărească cu așa-numiții „specialiști de misiune“, cum este cazul navei spațiale!

S-a pus de multe ori întrebarea dacă ar putea exista metode științifice pentru preliminarea constituirii prin eforturi coordonate a unei echipe cât mai omogene destinate zborurilor cosmice. Profesorul sovietic F. Gorbov a inițiat experimentul, pe care el și colaboratorii l-au numit „homeostat“ și pe care l-au demarat privind o instalație de dușuri pentru patru cabine, existentă la un spital. Dacă unul dintre cei patru, care foloseau dușul în comun, era de tip „egocentrist“ și vroia cu orice preț un jet foarte bogat și cald de apă, ceilalți trei aproape rămîneau fără apă caldă. Orice „contraofensivă“ a celor rămași... mofluzi conducea la faptul că dușul, în final, livra doar apă rece!

Homeostatul funcționa după un principiu similar, locul dușului fiind acum luat de un cadran pe care fiecare membru al experimentului trebuia să efectueze mai multe operații pentru a aduce acul unui indicator la o valoare anumită, impusă de conducătorul experimentului. De remarcat că prin acționarea levierelor care reprezentau acele operații, fiecare dintre subiecți *dereglă* acele indicatoare ale aparatelor coechipierilor!... Mai mult, conducătorul testului putea interveni pe timpul experimentului, modificînd după dorință datele inițiale!

Prin înregistrarea minuțioasă a mișcărilor tuturor levierelor de comandă și a oscilațiilor acelor indicatoare se pot aprecia atît tactica utilizată de echipă, cît și cea folosită de fiecare membru al acesteia în parte; de aici se pare că acest mijloc original poate permite analiza posibilităților de adaptare a fiecărui membru al echipei la strategia grupului, judecîndu-se astfel gradul de adaptabilitate al subiecților și depistarea celor anticooperanți! Mai mult, analiza mai multor grupe supuse acestui test poate conduce la stabilirea unor departajări și comparații între anumite grupe.

Asemenea experiențe au condus la necesitatea stabilirii de comandanți de echipaje, apți să ia inițiativa operațiilor. Teoretic, acest rol ar putea fi îndeplinit de oricare dintre membrii echipajului, dar practica a demonstrat că nu totdeauna se întîmplă așa; ca urmare a început să se impună un așa-numit principiu al „autorității“ în fața ideii de „paritate“...

Specialiștii sovietici nu s-au mulțumit cu starea de fapt constatată și au făcut eforturi pentru a căuta și, în final, a găsi acele „circuitate interioare“ cele mai favorabile, folosind în experimentele

lor posturi de lucru în diferite „posturi”: în linie, în cerc etc. În teste ei au inclus și ideea combinării experimentelor pentru alegerea optimă a conducătorului, cu cele pentru găsirea ritmului cel mai adecvat unei anumite echipe, unei anumite categorii de misiuni pe orbită. Cu această ocazie se pare că s-a demonstrat și ideea că echipele cuprinzând și subiecți sportivi au trecut testele cu cele mai ridicate calificative!

În legătură cu cele relatate mai sus, Vladimir Ivanovici Lebedev, doctor în științe medicale, specialist în psihologia cosmică și autor al mai multor lucrări de specialitate, în una din lucrările elaborate împreună cu fostul cosmonaut Iuri Gagarin, afirma: „...O navă cosmică cu mai multe locuri este mult mai complicată. Aici oamenii sînt legați nu numai de navă, ci și unul de celălalt. De aceea, ea poate fi caracterizată ca un sistem «om-om-mașină». Astfel, pe de o parte, o specializare relativ îngustă și o separare a funcțiilor de pilotare, navigație, comunicații și altele, contribuie la o conducere mai calificată a unei nave cu mai multe locuri față de una cu un singur loc, unde totul se situează în răspunderea unuia singur. Pe de altă parte, această separare a funcțiilor cere o coordonare a acțiunilor, o profundă înțelegere reciprocă între membrii echipajului... În cazul unui deficit de timp nu este suficient ca toți membrii echipajului... să fie «doctori» în profesie... Este necesar și acel spirit de echipă care poate fi realizat numai în condițiile unei compatibilități psihologice între toți membrii echipajului... Aici nu folosește la nimic nici dezbaterile, nici măsurile administrative sau sociale...”

Iată și opinia pilotului-instructor sovietic G.I. Kalașnik: „...Fiecare membru al echipajului trebuie să-și cunoască perfect profesia. Dar ei trebuie să știe tot atât de bine și ce intră în sfera obligațiilor colegilor lor de echipaj și, la nevoie, să se ajute între ei... Numai o activitate comună îndelungată permite cunoașterea celuilalt...”

Neomogeneitatea unui echipaj nu este neapărat generată de inexistența unor relații prietenești, ci poate fi rezultatul unui insuficient contact și lipsei de înțelegere reciprocă în activitatea de zbor. Deci, pentru formarea unui echipaj cosmic, chiar cunoscînd foarte bine capacitatea profesională și caracteristicile psihologice ale fiecărui membru potențial, nu totdeauna se poate prevedea cum se va comporta grupul în ansamblu, ce concordanță va exista între acțiunile unui individ și activitatea întregului colectiv. Poate fi considerată ca un fel de axiomă psihologică ideea exprimată atât de concis și explicit de cuplul Gagarin—Le-

bedev: „Grupul nu este o sumă aritmetică de indivizi, ci un organism unic în care acționează alte legități”.

Spre deosebire de aviație, unde spiritul de echipă se formează prin multiple zboruri și, în caz de incompatibilitate, totdeauna careva poate fi schimbat, în zborul spațial acest sistem nu poate fi folosit. Ca urmare, echipajul cosmic trebuie bine ales și pregătit înainte de zborul propriu-zis!

Să exemplificăm cele arătate folosind în acest scop citeva din opiniile consemnate în lucrarea al cărui coautor este cosmonautul român Dumitru Prunariu: „...N-aș putea numi nici acum teamă gîndurile din noaptea de dinaintea startului... Cunoșteam nava pînă la șurub, îi știam toate posibilitățile... Peste nimic nu s-a trecut în grabă... La nevoie, puteam prelua și conducerea navei. Aveam mare încredere în Leonid (Popov, n.a.), în experiența lui, în calmul lui și eram convins că împreună cu el vom putea ieși din orice situație gravă, dacă așa ceva s-ar ivi. Nu vedeam însă, de ce ar trebui să se ivească...”

Iată și opinia cosmonautului Leonid Popov, comandantul misiunii spațiale româno-sovietice: „Aș dori chiar acum, în primele momente după revenirea noastră pe Pămînt, să adresez cele mai calde mulțumiri prietenului și tovarășului meu cu care am trecut prin clipele frumoase și grele ale zborului cosmic. Dumitru Prunariu s-a dovedit la înălțime! Numai cu astfel de oameni de nădejde se poate cuceri Cosmosul!”. Este, credem, edificator...

Reluînd problema din punctul de vedere al misiunilor spațiale îndelungate și reamintind dificultățile create de petrecerea a lungi săptămîni în mediu închis, izolat de restul lumii, nu trebuie subestimat pericolul creșterii iritabilității participanților la asemenea misiuni. În general, subiecții expuși la asemenea teste au manifestat o iritabilitate accentuată, suscitînd animozități, de obicei pentru motive fără nici o importanță. Astfel, un medic care a acceptat să petreacă 45 de zile în mediu închis în prezența doar a unui confrate, a scris următoarele în „jurnalul său de bord”: „Fără acest jurnal de confidențe, în care am trecut toate datele mai importante și gîndurile mele, cred că pentru orice cuvînt sau frază în plus, aș fi ajuns la consecințe dezastruoase...” Și acest medic a specificat că primele zile i s-au părut cele mai grele.

Înainte ca în Uniunea Sovietică să înceapă seria recordurilor de lungă durată în Cosmos, mai precis în perioada anilor imediat anteriori lui 1970, trei specialiști sovietici, printre care dr. Manovțev, au petrecut un an într-un mediu închis, pentru a fi studiate

condițiile izolării asupra unei echipe. Iată ce declară dr. Manovțev: „Fără îndoială că la început nu am putut evita fricțiunile dintre noi, dar destul de repede am putut să învățăm să ne «tocim unghiile». Cred că, în general, am învățat să devenim mai toleranți unul față de ceilalți“. Iar biologul A. Boiko, membru al aceleiași echipe: „Din această experiență am putut trage cel puțin trei învățăminte“.

Biologul sovietic arăta că alegerea membrilor echipei este o problemă foarte serioasă care, la acea perioadă, nu fusese încă rezolvată pe de-a întregul, deși se făcuseră unele progrese în ceea ce privește domeniul selecției. A presupune că alegerea nu s-ar face în cele mai bune condiții și nu ar crea o soluție fericită, ar putea sigur conduce la ideea că echipajul nu va fi cel potrivit, ceea ce este echivalent cu o defecțiune tehnică a materialului utilizat! În al doilea rând, este preferabil la alcătuirea unui echipaj cosmic să se facă apel la oameni care se cunosc bine, care s-au rodat în activități comune. Or, se știe că în Uniunea Sovietică s-a adoptat de mult această idee la alcătuirea echipajelor lor, cosmonauții locuind în Orașul stelar, în apropiere de Moscova, având astfel condiții pentru a se cunoaște mult mai bine unii pe alții. În al treilea rând, asigurarea condițiilor pentru evitarea oricăror surse de disensiuni între membrii potențiali ai echipajelor cosmice, printre altele chiar suprimarea jocului de șah, care și el ar putea crea diferite animozități!

Nu trebuie omis nici faptul că, mai ales în prima parte a perioadei zborurilor spațiale, un anumit inconfort la bordul primelor generații de nave spațiale, a constituit o sursă generatoare de discordie, oboseală, tensiune nervoasă.

Cu această ocazie, experimentele ca și zborurile spațiale înseși, au pus în evidență un alt fenomen deosebit de important și anume interacțiunea dintre om și mediul cabinei cosmice. Dacă, în condiții terestre, omul este acela care suferă în principal influența mediului, acționând destul de redus și numai prin intermediul poluării asupra mediului, situația este complet modificată atunci când omul evoluează la bordul unei nave spațiale, deci într-un mediu efectiv închis, pe care-l modifică sensibil la rîndul său! Mai mult decît în cazul zborului unui singur cosmonaut, atunci când este cazul unui echipaj, poluanții de genul amoniacului, aminele, aldehydele pot depăși limitele tolerabile atît pentru aparate, cit și pentru membrii echipajului! Organismul uman fabrică chiar oxid de carbon, ca rezultat al unui proces biochimic al cărui mecanism este încă incomplet elucidat.

Menținerea în mediu închis își pune amprenta și asupra scăderii proprietăților bactericide ale pielii, ceea ce se traduce în creșterea numărului de microorganisme care de obicei trăiesc pe corpul omului; de asemenea, s-a putut constata și o modificare sensibilă în compoziția acestei microflore, în sensul creșterii numărului de microbi patogeni. În schimb, în ceea ce privește flora intestinală, după 1—2 săptămîni de ședere în cabina cosmică s-a putut constata că aceasta se simplifică, dispărînd o parte din microorganisme, fapt destul de neplăcut, deoarece se cunoaște rolul acestora ca producători de fermenți și chiar vitamine necesare vieții. Totul se poate aprecia că se grefează pe o problemă de graniță între psihologie și biologie și anume însemnătatea apariției de mirosuri și de produse gazoase derivate din procesele metabolice, care produc inconveniente uneori chiar majore atunci cînd este vorba de un echipaj.

Experiența căpătată cu zborurile laboratoarelor spațiale „Skylab“ și „Saliut“ a demonstrat complicarea problemei în cazul zborurilor îndelungate, cînd a apărut foarte evidentă problema compatibilității biologice dintre membrii echipajului unei stațiuni spațiale!

Importanța particularităților organismului fiecărui cosmonaut, a cunoașterii acestora atunci cînd se formează o echipă cosmică, a devenit o componentă a analizei proprii alegerii și formării echipajelor; mai mult, unele bacterii ce sînt complet inofensive pentru cel ce le poartă, se pot dovedi patogene și chiar periculoase pentru ceilalți parteneri din echipaj. Iată numai unul din motivele pentru care s-a propus ca anterior zborului cosmic, în perioada de formare a echipajelor, membrii potențiali ai acestor „team-uri“ să parcurgă o etapă de ședere în mediu închis, fapt care ar permite organismelor participanților la acest test să „fabrice“ anticorpii necesari pentru reducerea la minim posibil a pericolului contaminărilor mutuale!

Există opinii foarte autorizate privind necesitatea utilizării preparatelor medicamentoase și chiar a unor bacterii capabile să stimuleze mecanismele naturale de rezistență față de agenții infecțioși... Cu ocazia zborurilor spațiale reale au fost făcute constatări foarte importante în această direcție; astfel, cu ocazia experimentului denumit „Biosatellite“, specialiștii americani au putut observa o accelerare a multiplicării celulare în cazul bacteriilor ambarcate, care s-au multiplicat cu un ritm cu 20—30% superior cazului normal pe Terra! Echipajele navelor spațiale „Apollo“ 7 și 8 s-au văzut atinse de adevărate epidemii de gripă;

în timp ce atmosfera bogată în oxigen a cabinelor „Apollo“ a amplificat șansele de apariție a gripei (și de a întârzia remedierea acesteia!), decelerațiile proprii perioadei de revenire dintr-o misiune lunară, asociate fenomenelor gripale, puteau conduce la ruperea membranei timpanului! De atunci, echipajele americane și, mai ales, sovietice, urmează anterior perioadei de revenire un tratament preventiv împotriva gripei.

Un alt exemplu l-a constituit ușoara infecție a pielii căpătată de echipajul „Apollo 12“, format din Charles Conrad, Richard F. Gordon și Alan Bean, pe care dr. Charles Berry, pe atunci medic-șef al NASA pentru acel program, a atribuit-o unei virulențe neobișnuite a stafilococului auriu, microb care se găsește în porii pielii și care este de regulă responsabil de abcese, furuncule etc.

În orice caz, rezultă clar că, pentru cosmonauți, microatmosfera de la bordul unui aparat spațial locuit, nu se va reduce nici o dată numai la furnizarea de oxigen și eliminarea bioxidului de carbon; ei trebuie să dispună de o ambianță cu adevărat corectă, prin epurarea radicală a aerului respirat și reducerea florei microbiene. Din experiența zborurilor îndelungate sovietice și americane, se pare că prin realizarea unei foarte bine studiate circulații de aer în habitacul cosmic, se poate obține dispariția totală a efectelor negative asupra sistemului nervos central și a sistemului cardio-vascular, ce sînt provocate de alți factori negativi cum ar fi ridicarea temperaturii interioare, zgomotele, radiațiile ionizante etc.

Constructorii stațiilor orbitale au căutat să creeze la bordul acestora condiții cât mai apropiate de cele de pe Terra; totul a fost apreciat ca important: amplasarea ventilatoarelor, culoarea pereților, iluminarea, menținerea regimului termic, de presiune, de temperatură, umiditate etc., inclusiv folosirea dușurilor speciale (cu sistem de absorbție a picăturilor de apă rămase în suspensie!), a șervetelor impregnate cu substanțe speciale etc. În orice caz, acum se știe că la bord lipsa de confort accelerează oboseala și tensiunea!

Iată și un alt aspect. Deși încă nu au apărut disensiuni majore între membrii echipajului cosmic și specialiștii de la centrele de dirijare a zborurilor — în nici o misiune —, totuși au fost cazuri cînd dificultățile de la bord au condus evident la o mare tensiune emoțională în fața căreia unii dintre cosmonauți nu au putut totdeauna să fie la fel de amabili ca în momentele de relaxare.

Astfel, cu ocazia zborului „Apollo 7“ trebuia încercat, spre sfîrșitul misiunii, scafandrul spațial; de-abia se încheiase o discuție destul de vie între comandantul misiunii, astronautul Walter Schirra, și echipa de la Houston privind necesitatea sau nu de a reveni pe sol îmbrăcați cu greul costum spațial, cînd cei de la NASA au avut proasta inspirație de a cere obositului echipaj să execute o manevră netrecută în program... Abia atunci Schirra a „explodat“, tratîndu-l de idiot pe cel care a putut ordona o asemenea experiență, promițînd că atunci cînd va reveni pe sol îi va zice cîteva și decretînd că din acel moment el este propriul director de zbor pentru acea misiune!

Spre deosebire de acest zbor, următorul, „Apollo 8“, care a efectuat acel „opt cosmic“ în jurul Seleniei, s-a derulat excelent, echipajul menținîndu-și umorul în ciuda răcelii care i-a atins în perioada inițială a zborului pe doi din membrii echipajului.

De o doză de umor nu este lipsit nici astronautul Schirra: decembrie 1965, de la bordul cabinei „Gemini 6-A“ a dat o adevărată alarmă falsă. În timp ce comenta evenimentele mai importante el a strigat cu falsă emoție: „Ah, văd ceva care se apropie de cabină! Apoi, schimbînd tonul, a adăugat: „Nu-i nimic, era doar Moș Crăciun care tocmai cobora spre Pămînt..!“. O glumă similară a făcut și comandantul misiunii „Apollo 8“, Frank Borman, care le-a spus celor de la Houston, la 22 decembrie 1968, că: „... L-am văzut azi dimineață (pe Moș Gerilă, n.a.). Venea spre voi!...“.

Și astronautul Eugene Cernan (ne-a vizitat țara în septembrie 1974), deși foarte tăcut, nu este lipsit de umor. În timpul zborului în calitate de copilot pe „Gemini 9“ (iunie 1966), Cernan îl întreabă pe comandantul misiunii, astronautul Thomas Stafford (viitor participant la zborul comun sovieto-american din 1975, „Soiuz-Apollo“): „Hei, Tom, ce face acel om de pe șoseaua californiană?“ Și, întrucît Stafford l-a întrebat mucalit: „Pe care șosea zici că se plimbă?“, Cernan a ținut să „precizeze“: „Este vorba de omul care se deplasează pe motocicletă...!“

O glumă deosebit de gustată de specialiștii de la Houston a fost făcută la finele misiunii din 1983 a navetei „Columbia“ de către comandantul John Young; adresîndu-se după aterizare celor de la „Centrul de conducere a zborului“, el i-a întrebat: „Aveți de gînd să ștergeți de praf naveta sau s-o introduceți direct în hangar?...“

Am mai relatat despre gluma făcută de Alexandr Ivancenkov care, intuind că ceva va dispărea („furat“ fie de imponderabilitate

fie de curenții de aer provocați de ventilatoarele cabinei), i-a adresat un bilețel colegului său Vladimir Liahov, care urmă să ia startul curind — bilețel pe care l-a ascuns în sacul de dormit din completul stației „Saliut 6“. Atunci când, disperat că nu-și poate găsi ceasul, Liahov a desfăcut și sacul de dormit, a dat peste acel bilețel pus de Alexandr, pe care scria laconic: „Ei bine, să știi că am căutat deja aici“.

Până și în dramaticul zbor „Apollo 13“ astronautii și-au menținut firea; o singură dată a apărut iritația, evident produsă de dramatica situație în care erau: la cererea celor de la Houston de a face o nouă și obositoare serie de verificări la bord, Lovell, comandantul misiunii a transmis răspicat: „Trebuie înțeles că sintem obosiți și nu ne putem petrece tot timpul citind lungi liste de cifre“...! De fapt, acea misiune a reprezentat, pe plan omenesc, victoria imaginației, a curajului și competenței, a singelui rece și profesionalismului, asupra pericolului și a fricii, arătând că totdeauna *cosmonauții sînt... oameni!*

CAPITOLUL 4

SELECȚIONAREA ȘI ANTRENAREA „OAMENILOR SPAȚIULUI“

Specialiștii de la „Jet Propulsion Laboratory“ din Pasadena — California au anunțat, în anul 1983, că au fost descoperite probe concrete ale existenței unui alt sistem solar în Galaxie.

Informațiile au rezultat din datele transmise de la satelitul științific IRAS, dotat cu un telescop cu receptori în domeniul radiației infraroșii, plasat pe o orbită circumterestră în luna ianuarie 1982.

Informațiile pun în evidență prezența în jurul stelei Vega din constelația Lira, cu un diametru de două ori mai mare decât Soarele și de 60 de ori mai strălucitoare (!), a unui inel alcătuit din numeroase particule, avînd temperatura de -149°C , despre care se presupune că au rezultat în procesul formării acestei stele, în urmă cu aproape un miliard de ani. Se menționează că steaua Vega se situează la 26 de ani lumină depărtare de sistemul solar (adică 246 mii de miliarde kilometri!).

Majoritatea astronomilor au considerat că această descoperire poate fi apreciată ca un prilej deosebit pentru a studia începutul formării unui sistem solar, a cărei evoluție se presupune că ar fi similară cu aceea a formării sistemului nostru solar. Steaua Vega din clasa spectrală AO, cu temperatura la suprafață de 11 000 de grade, este vizibilă tot timpul anului în țara noastră, fiind una din cele mai strălucitoare stele de pe firmament.

(Știință și tehnică, 1983)

CEI MAI BUNI DINTRE... CEI MAI BUNI!...

Va rămâne cucerirea spațiului o activitate rezervată unor „supraoameni“, unor exemplare extrem de dotate, rezistente și capabile de realizări de excepție? Sint mulți specialiști care împărtășesc această opinie, iar în ce privește marele public, se pare că asigurările că în curind (!) va putea oricine să zboare pe orbită, sint primite cu zîmbete sceptice...¹

Desigur, este pe atît de greu să se definească un prototip al cosmonautului perfect pe cît este de dificil să se stabilească definiția unui om normal, pentru ca pornind de la aceste idei de bază, de la aceste principii, să se precizeze pînă unde se poate aprecia că omului normal îi este accesibil Cosmosul și de unde s-ar putea vorbi de cerințe cu totul deosebite. Un rol de maximă importanță aici a revenit și revine medicinei cosmice, numită și medicină spațială; i se recunoaște acesteia deja meritul de a fi pus și chiar soluționat o serie de probleme privind organismul uman normal, posibilitățile sale funcționale și, mai ales, rezistența acestuia la „agresiunile“ provocate de spațiu!...

Selecția viitorilor cosmonauți comportă numeroase examene clinice, destinate să constate perfectă stare a organismului acestora, să aprecieze comportarea și funcționarea acelor organe care sint cele mai solicitate în cazul unei misiuni spațiale, în fine, să studieze psihologia clinică și să efectueze tot felul de teste psihotehnice. Și mai minuțios se dovedește examenul clinic atunci cînd este vorba de organele de simț, în special acuitatea vizuală care, în starea de imponderabilitate proprie acestor evoluții spațiale, se pare că trebuie să compenseze lipsa de alte informații, curent furnizate prin alte simțuri...

¹ Deși, cu naveta spațială au zburat fără antrenamente speciale, un inginer (1984) și chiar un... senator (1985); Urmează un profesor (1986) și apoi un ziarist.

Beneficiind de rezultatele medicinei aeronautice și, mai ales, de numeroasele teste efectuate cu animale de experiență, care au fost lansate în Cosmos, pe orbite din cele mai diferite, sau testate în laboratoare, cercetătorii din domeniile biologiei și medicinei spațiale au pornit de la ideea de a se lua toate măsurile în vederea reducerii riscului lansării unor persoane care să nu poată suporta o asemenea activitate. Ca urmare, după cum s-a menționat anterior, atît în Uniunea Sovietică, cît și în Statele Unite, organismele de stat însărcinate cu alegerea și selecționarea viitorilor „oameni ai spațiului“ au făcut apel în primul rînd la piloții aeronavelor supersonice, cu prioritate la piloți militari; chiar în cazul acestora, alegerea și selecționarea s-a făcut respectînd criteriile din cele mai riguroase și severe. Spre exemplu, „cei șapte“ piloți ai cabinelor spațiale „Mercury“ au fost selecționați din 110 candidați, folosind metoda testelor de eliminare succesive, fără a mai aminti că de la bun început NASA stabilise cîteva baremuri deloc ușoare; experiența a cel puțin 1 500 de ore de zbor pe avioane cu reacție, posedarea unui titlu științific ingineresc sau echivalent, vîrsta sub 40 de ani, greutatea sub 80 kg, iar înălțimea de cel mult 1,78 m! Iată și numele acestor astronauti: John H. Glenn jr., Virgil I. Grissom, Malcolm Scott Carpenter, Leroy Gordon Cooper jr., Walter M. Schirra jr., Alan B. Shepard jr. și Donald K. Slayton (vezi și anexa).

La rîndul lor, savanții sovietici au fost tot atît de riguroși în examenele medicale, aceste teste foarte riguroase făcîndu-l pe Iuri Gagarin, primul om care a evoluat pe orbită în jurul Terrei să afirme în *Memoriile* sale: „...Erau foarte mulți medici (în cele două comisii medicale care l-au cercetat, pe el și pe colegii săi din primul grup de cosmonauți sovietici, n.a.), suspicioși și severi precum judecătorii de instrucție. Hotărîrile lor erau fără apel, candidații fiind respinși cînd de un „judecător“, cînd de altul!...”

Alături de Iuri Gagarin au trecut grelele teste puse de specialiștii sovietici însărcinați cu selecția viitorilor cosmonauți Gherman Stepanovici Titov, Andrian Grigorievici Nikolaev, Pavel Romanovici Popovici, Valeri Fedorovici Bikovski, Valentina Vladimirovna Nikolaeva-Tereșkova (prima femeie pe orbită), Vladimir Mihailovici Komarov, Pavel Ivanovici Beliaev, Alexei Arhipovici Leonov, Gheorghi Timofeevici Beregovoi și alții. Interesant este și faptul că cele două grupe de „oameni ai spațiului“ au fost selecționați cam în aceeași perioadă: grupul astronautilor americani în aprilie 1959, iar cel al cosmonauților sovietici în același an, începînd antrenamentul pentru zbor în primele zile ale lui 1960!...

În anii următori au fost și alte selecționări; astfel, în grupul de piloți-cosmonauți sovietici s-au aflat Vladimir Alexandrovici Satalov, Boris Valentinovici Volinov, Boris Borisovici Egorov (primul medic, deci om de știință, pe orbită), Anatoli Vasilievici Filipcenko, Aleksei Stanislavovici Elișeev, Konstantin Petrovici Feoktistov (primul doctor în științe la bordul unei nave-cosmice satelit), Valeri Nikolaievici Kubasov și alții.

Se poate constata că încă din acea perioadă selecționerii sovietici au inclus în grupul cosmonauților oameni de știință (medic, inginer, fizician), ceea ce colegii lor americani au realizat abia în anul 1965... În 1962, NASA a pus în continuare bază pe piloții de avioane cu reacție, din grupul selecționat în acel an făcând parte: Edward H. White, James A. McDivitt, John W. Young (astronau-tul cu cea mai lungă și prolifică carieră spațială¹), Elliot M. See, Charles Conrad jr., Frank Borman, Neil A. Armstrong, Thomas P. Stafford și James A. Lovell jr.

În octombrie 1963, NASA continuă să prefere piloții de avioane reactive, coborînd vîrsta minimă la 35 de ani și apreciînd că pot fi utili și candidații care au titluri universitare în științe fizice ori biologice. Printre cei care au reușit să intre în „grupul astronautilor” se numărau: Edwin E. Aldrin jr., William A. Anders, Charles A. Bassett, Alan L. Bean, Eugene A. Cernan, Roger B. Chaffee, Michael Collins jr. R. Walter Cunningham, Donn F. Eisele, Theodore C. Freeman, Richard F. Gordon jr., Russell L. Schweickart, David R. Scott și Clifton C. Williams jr.

Atît specialiștii sovietici cît și cei americani organizează programe de antrenament din cele mai dure, uneori cuprinzînd probe și teste greu de suportat, derivate din natura misiunilor spațiale, tot mai îndelungate, cu aparate spațiale perfecționate, cu cerințe din cele mai deosebite, culminînd cu acel ambițios program „omul pe Lună” pînă la finele deceniului 1960—1970... Centrifuga, „camera surdă”, podiumul oscilant cu trei grade de libertate, scaunul rotitor, termobarocamerele, covorul rulant cu viteză crescătoare și alte instalații și simulatoare sîvesc pregătirii unor oameni care trebuie să „îvingă spațiul”, cum se exprima un ziarist...

Prezența încă din anul 1963 a unei femei pe orbită, a făcut să se audă tot mai des întrebarea: este această profesie dură compatibilă cu organismul „sexului alb”? Rezultatele obținute cu Valentina

¹ John Young a efectuat două zboruri orbitale cu cabina cosmică „Gemini”, două expediții lunare în cadrul programului „Apollo” (una cu folosirea vehiculului Lunar Rover), două zboruri orbitale cu naveta spațială „Columbia”.

Nikolaeva-Tereșkova au fost mult apreciate, deși unii specialiștii au opinat că testele nu sînt suficiente, cerînd și alte exemple și probe comparative... Mai optimiști, psihologii — printre care dr. T. Helvey — propuneau ca dintr-unul din viitoarele (pe atunci) zboruri pe Lună, să facă parte, ca membru al echipajului, și o femeie-astronaut; în afara competenței profesionale (se sugera să fie specialistă în medicină, chimie, electronică ori astronomie), prezența unei femei ar atenua eventualele manifestări de irascibilitate de care ar putea da dovadă ceilalți membrii ai echipajului (bărbați), provocate de dificultățile parcurgerii programului de explorări, cercetări și observații pe solul selenar. Cît privește posibilitatea de a rezista la derularea programului de pregătire a unui zbor spațial, există dovezi că femeile sînt cel puțin la fel de rezistente ca și bărbații, dacă nu chiar mai apte ca să suporte dureri, să se acomodeze la perioade de izolare, să acționeze în colectiv etc. •

În cazul misiunilor îndelungate, femeia-astronaut prezintă avantaje incontestabile față de bărbați: avînd greutatea mai mică și un metabolism bazal net inferior, necesită cu mai puțin de 20% rezerve la bord! Desigur, există și inconveniente, printre care emotivitatea crescută și o oarecare instabilitate vegetativă și psihică, legate de ciclul fiziologic propriu organismului feminin.

Dacă în 1970 nu se întrezăreau șanse ca o femeie-astronaut americană să participe la o expediție spațială, iar din partea sovietică nu sosiseră încă informații în acest sens, în schimb la finele deceniului 1970—1980 pregătirile grupelor de candidate din ambele țări devin o realitate; ca urmare, în anul 1982 o cercetătoare și pilot-parășutist sovietică, Svetlana Savițkaia, participă la un zbor spațial de șapte zile, în luna august, alături de experimentatul Leonid Popov și de Al. Serebrov; ea avea să zboare din nou în iulie 1984, pe nava perfecționată „Soiuz T-12”.

De cealaltă parte, NASA anunță, încă din 1978, că din cei 35 de candidați-astronauți la programul navetei spațiale, fac parte 6 femei-astronaut, numele Anna L. Fisher, Judith A. Resnik, Sally K. Ride, Kathryn D. Sullivan Margaret R. Sheddson și Shannon V. Lucid sînt deja cunoscute din zborurile efectuate cu navetele „Columbia”, „Challenger” ori „Discovery”. Ele vor mai zbura în curînd fie cu navetele menționate, fie cu „Atlantis”, care este în curs de definitivare în vederea probelor de omologare. În al doilea grup de candidați-astronauți pentru programul navetei, fac de asemenea parte două femei-astronaut, Mary L. Cleave și Bonnie J. Dunbar.

O atenție deosebită a fost totdeauna, între criteriile de alegere a cosmonauților, acordată vârstei candidaților; după cum am mai amintit, în perioada inițială, NASA a acordat „credit“ celor experimentați, limitând la 40 de ani baremul pe care avea să-l coboare la 35 ceva mai tirziu; în schimb specialiștii sovietici au mizat pe rezistența piloților tineri, astfel încât dacă Gagarin s-a născut în 1934, iar Titov în 1935, efectuind primele lor zboruri pe orbită atunci când nu împliniseră nici 27 de ani, în schimb Glenn sau Schirra depășiseră 35 de ani când au fost selecționați de NASA! De fapt, toți piloții din acel grup al „celor șapte“, trecuseră de 35 de ani, avind la activ cu mult peste 1 500 de ore de pilotaj la bordul unor avioane cu reacție... Curind, selecționerii sovietici ridică „stacheta vârstei“, imitindu-i pe colegiilor americani, Nikolaev, Komarov, Feoktistov, Beliaev, Filipcenko, Dobrovolski, Lazarev și în special Beregovoi fiind născuți înainte de anul 1930; fiindcă l-am nominalizat pe Gheorghe Beregovoi, cosmonautul care a readus încrederea în navele de tip „Soiuz“, el avea deja 47 de ani când a luat startul la 26 octombrie 1968 de pe cosmodromul Baikonur...

Mai mult, numeroase experiențe efectuate atit în URSS cit și de către NASA au demonstrat că cea mai bună toleranță la accelerațiile proprii sistemului de lansare a cabinelor cosmice cu rachete balistice, o demonstrează subiecții umani avind vârstele cuprinse între 30 și 40 de ani; tot aceștia se dovedesc și cei mai rezistenți la efectele izolării și la condițiile monotoniilor unui zbor spațial îndelungat, în condițiile claustrării proprii unei nave cosmice avind un singur pilot. Se poate chiar vorbi în prezent de faptul că se acordă mai puțină importanță vârstei cronologice față de cea fiziologică, care este caracterizată prin starea generală, capacitatea efectivă de rezistență la diferite categorii de stres, posibilitățile reale de muncă, adaptibilitatea la condiții mult diferite de cele pentru care este pregătit biologic omul.

Interesante rezultate au prezentat, în încercarea pentru fixarea unui barem cit mai judicios în ce privește vîrsta candidaților astronauti, citeva anchete efectuate la unele companii aeriene din SUA unde, în perioada anilor 1969—1970, numărul piloților cuprinși între 50 și 60 de ani era de 20%; această proporție avea să se ridice către 1974/75 la aproape 50%, companiile respective justificind aceasta prin experiența piloților vîrstnici și, mai ales, prin echilibrul psihic propriu acestei vîrste. Se pare că și unele statistici privind vîrsta piloților de aeronave comerciale angajate în diferite evenimente de zbor aveau să demonstreze că numărul

celor „vîrstnici“ era inferior față de cel al piloților tineri, parca mai predispuși să ia hotărîri pripite...

Desigur, încă mulți ani zborurile spațiale vor rămîne un privilegiu al unui număr foarte redus de „aleși“, oameni capabili să îmbine o carieră științifică prodigioasă cu o sănătate de excepție și cu stăpînirea „artei“ pilotajului, la care curajul cerut de parașutism, zbor, activități extravehiculare etc. să constituie adevărate caracteristici ale personalității.

Rezultatele zborurilor actuale au atestat că în Cosmos pilotul-cosmonaut sau/și echipajul de cosmonauți, trebuie adeseori să dea dovadă de un real eroism, de curaj, competență, inventivitate, ceea ce se numește în limbaj obișnuit „singă rece“; ca exemplu se poate da expediția atit de dramatică „Apollo 13“, repararea pe orbită a laboratorului orbital „Skylab“ de membrii primei expediții, salvarea unei capsule spațiale „Gemini“ de către echipajul condus de Neil Armstrong, recuperarea unei nave cosmice satelit de tip „Soiuz“ care, de la lansare a avut dificultăți majore privind desprinderea celui de-al doilea etaj reactiv al rachetei purtătoare, prima aterizare a unui LEM pe Selenă...

Înainte de a încheia acest paragraf, apreciem necesitatea de a aduce un omagiu celor care au deschis drumurile spațiului, unde la loc de cînte se află Iuri Gagarin, Alan Shepard, Virgil Grissom, Gherman Titov și John Glenn, precum și celor care au dispărut pe parcursul odiseii care se numește „cucerirea Cosmosului“: Gagarin, Komarov, Grissom, Chaffee, White, Beleav, Dobrovolski, Volkov, Pașae, Swigert, Basett, See...

Desigur, exigențele pregătirii și, mai ales, ale efectuării unui zbor spațial, nu mai pot fi suportate chiar de unii dintre astronauti cu bogată experiență, mai ales dacă am socoti și antrenamentele parcurse de aceștia atunci când au fost rezerve (I sau II) ale echipajelor nr.1 (sau ale cosmonauților titulari); aceasta a făcut ca, doar cu puține excepții — și aici i-am numit pe Young, Bikovski sau Lovell — cosmonauții care au zburat în anii de glorie 1961—1968 să fie aproape toți în afara programului de zbor. Experiența acestora este însă foarte folositoare, ei fiind de multe ori directori de zbor sau comandanți ai unor detașamente de pregătire, pentru zborurile spațiale: i-am numit aici pe Slayton, Leonov, Șatalov, Beregovoi, Popovici, Stafford. Un loc aparte este deținut de omul de știință și comonaut sovietic Konstantin Feoktistov, cel care a adus contribuții de mare valoare la perfecționarea și diversificarea stațiilor orbitale științifice „Saliut“, ale cărei posibilități asigură cosmonauticii sovietice o soluție sigură

și economică pentru derularea de activități orbitale îndelungate, culminând cu recordurile de durată a răminerii omului în spațiu, precum și cu parcurgerea amplului și umanitarului program spațial „Intercosmos”, la care a participat cu succes deplin știința și tehnica spațială românească (v. și zborul cosmic din mai 1981 al lui D. Prunariu).

Activitatea prof. dr. K. Feoktistov permite să se sublinieze că încă de la zborul navei „Voshod 1” (1964), cu 3 cosmonauți la bord, savantul Serghei Korolev (1906—1966) a propus să fie incluși în echipaje și oameni de știință (fizicianul K. Feoktistov și medicul B. Egorov), cărora le-a revenit apoi sarcina de a contribui determinant la perfecționarea și fiabilizarea tehnicii spațiale. Consecvență acestei idei, cosmonautica sovietică asigură, începând din ianuarie 1969, prezența la fiecare misiune spațială, a unui cosmonaut-specialist, fie el inginer, fizician, biolog, cercetător etc.

De cealaltă parte, NASA recurge, începând din 1965, la serviciile oamenilor de știință, în luna iunie a aceluiași an fiind selecționați: Owen K. Garriott (fizician), Harrison H. Schmitt (geolog), Edward G. Gibson (fizician), F. Curtis Michel (fizician), Duane E. Graveline (medic) și Joseph P. Kerwin (medic); din acest grup nu au zburat Graveline și Michel.

În perioada 1966—1970, atât în SUA cât și în URSS au fost recrutate câteva grupuri ample de cosmonauți; astfel în aprilie 1966, la NASA au venit următorii astronauți: Donald L. Lind, Jack R. Lousma, Thomas K. Mattingly, Bruce McCandless, Edgar D. Mitchell, William R. Pogue, Stuart A. Roosa, John L. Swigert, Paul J. Weitz, Alfred M. Worden, Vance D. Brand, John S. Bull, Charles M. Duke jr., Joe H. Engle, Ronald E. Evans, Fred W. Haise, James B. Irwin, Edward G. Gibson și Gerald P. Carr. O parte au zburat în cadrul programului „Skylab”, iar alții sînt deja incluși în antrenamentele pentru zborurile la bordul navei spațiale. În perioada menționată, în „Orășelul stelar”, în apropiere de Moscova, au sosit cosmonauții: A. Eliseev, V. Kubasov, V. Volkov, V. Sevastianov, N. Rukavişnikov, V. Pașaev, O. Makerov, P. Klimuk, A. Gubarev, G. Greciko.

O mențiune aparte trebuie făcută pentru selecționările astronauților destinați zborurilor cu naveta spațială, pe de o parte, precum și celor dedicați programelor „Spacelab” și „Intercosmos”.

În ianuarie 1978 și apoi în mai 1980, NASA a anunțat selecționarea primelor două grupuri de candidați-astronauți destinați programului de zboruri cu navetele spațiale; aceste selecționări

(a 8-a și respectiv a 9-a din activitatea NASA) și de fapt primele după anul 1970, au avut o notă originală, oficialii de la NASA făcînd pentru prima dată distincție netă între cei selecționați pentru piloții navei și cei denumiți specialiști de misiune (sau de încărcătură spațială). În timp ce primilor le va reveni sarcina de a conduce activitățile de zbor ale aparatelor spațiale — pe toate etapele misiunii —, ultimii urmează a coordona activitățile de cercetare, funcționarea sistemelor și aparatajului navetelor, parcurgerea etapelor activităților extravehiculare, asigurarea operațiilor de încărcare (în spațiu sau la sol!) a magaziei navei, fac legătura cu specialiștii aflați în echipele de sol sau cu cei care servesc laboratorul spațial ambarcat „Spacelab”.

Astfel, selecționați din 8079 candidați, primii 35 de astronauți-candidați care au făcut parte din grupul nr.1, includ: 15 piloți și 20 de specialiști de misiune; 21 sînt ofițeri, iar 14 sînt civili; fac parte 6 femei (așa cum am mai amintit anterior). Cei 15 piloți sînt: Daniel C. Brandenstein, Michael L. Coats, Richard O. Covay, John O. Creighton, Robert L. Gibson, Frederick D. Gregory, Stanley D. Grieggs, Frederick H. Hauck, Jon A. McBride, Steven R. Nagel, Francis R. Scobee, Brewster H. Shaw jr., Loren J. Shriver, David M. Walker și Donald E. Williams; o parte dintre aceștia au zburat deja la data cînd s-a predat manuscrisul în tipografie. Ca specialiști de misiune au fost selecționați: Guion S. Bluford (primul astronaut „de culoare”), James F. Buchii, John M. Fabian, Anna L. Fisher, Dale A. Gardner, Terry J. Hart, Steven A. Hawley, Jeffrey A. Hoffman, Shannon W. Lucid, Ronald E. McNair, Richard M. Mullane, George D. Nelson, Ellison S. Onizuka, Judith A. Reznik, Sally K. Ride, Margaret R. Seddon, Robert L. Stewart, Kathryn D. Sullivan, Norman E. Thagard și James D. van Hoften.

Din acest al doilea grup fac parte 13 ofițeri și 6 civili, dintre care 8 piloți și 11 specialiști de misiune (printre care două femei-astronaut și soțul Annei Fisher, care a fost selecționată din primul lot!).

Între piloți se numără: John E. Blaha, Charles F. Bolden, Roy D. Bridges, Guy S. Gardner, Ronald J. Grabe, Bryan D. O'Connor, Richard N. Richards și Michael J. Smith.

Ca specialiști de misiune au fost selecționați: James P. Bagian, Franklin R. Chang, Mary L. Cleave, Bonnie J. Dunbar, William F. Fisher, David C. Hilmers, David C. Leetsma, John M. Lounge, Jerry L. Ross, Sherwood C. Spring și Robert C. Springer. Cel mai

tinăr astronaut-candidat din cele două grupuri se pare că este J.P. Bagian, născut în anul 1952.

În perioada de după 1976, specialiștii sovietici primesc în grupurile lor de pregătire o serie de candidați-cosmonauți din țările membre ale programului „Intercosmos” sau care au agreat programe de colaborare în acest sens cu Academia de Științe a U.R.S.S.; din acest grup au făcut parte (în ordinea zborurilor efectuate la bordul unor nave cosmice de tip „Soiuz” și „Soiuz-T”) următorii cosmonauți: Vladimir Remek (R.S. Cehoslovacia), Mirosław Hermaszewski (R.P. Polonă), Sigmund Jähn (R.D. Germană), Gheorghi Ivanov (R.P. Bulgaria), Bertalan Farkas (R.P. Ungară), Pham Tuan (R.D. Vietnam), Arnaldo Tamayo Mendez (Cuba), Jugdermidin Gurraccia (R.P. Mongolă), Dumitru-Dorin Prunariu (R.S. România), Jean-Loup Chrétien (Franța) și Rakesh Sarma (R. India). Toți acești cosmonauți-candidați au parcurs programul de pregătire anterior misiunilor în Orașelul Stelar; fiecare cosmonaut a făcut parte dintr-o grupă de doi candidați (din R.S. România ing. D. Dediu).

La fel ca și aparatul orbital al navei spațiale, laboratorul orbital vest-european „Spacelab” a fost conceput pentru o serie de circa 50 de misiuni extraatmosferice pe orbite joase (250—450 km altitudine), asigurând echipajului de la bord condiții pentru îndeplinirea unor misiuni științifice orbitale cu durata de 7—30 de zile. Personalul laboratorului orbital „Spacelab”, care activează în costume ușoare, de interior, foarte asemănătoare cu cele purtate de echipajele stațiilor „Saliut” sau cele adoptate cu ocazia zborului comun sovieto-american „Soiuz-Apollo”, nu are în îndatoriri efectuarea de activități extravehiculare, în afara pereților protectori ai modului presurizat din compunerea „Spacelab”, deși o parte din aparatura destinată misiunilor de acest tip se găsește în acel cheson nepresurizat denumit modulul liber.

Pentru pregătirea celor 76 de experimente acceptate în final pentru misiunea „Spacelab” (octombrie 1983), din circa 2 000 de candidați au fost selecționați 222; dintre aceștia, 135 de specialiști provin din 12 țări europene (Austria, Belgia, Marea Britanie, Danemarca, Elveția, Franța, Italia, Olanda, Norvegia, R.F. Germania, Spania, Suedia), 81 sînt americani, iar restul provin din Japonia, Canada și India. La 18 mai 1978, conducerea „Agenției spațiale vest-europene” (E.S.A.), a nominalizat grupul celor trei „specialiști de sarcină științifică”, din care a fost în final selecționat primul specialist de sarcină utilă vest-european, care a luat parte la această premieră de la finele anului 1983. De fapt, grupul inițial a cuprins

12 candidați selecționați, dar condițiile foarte severe medicale au eliminat opt, printre care și reprezentantul francez; al doilea, inginerul italian F. Malerba, a părăsit grupul din anul 1978, cînd au rămas în „acțiune” doar următorii: fizicianul vest-german Ulf Merbold, doctor în științe tehnice, specialist în defectoscopia metalelor prin tehnică nucleară (născut în anul 1941), astronomul elvețian, specialist în fotometrie stelară Claude Nicolier, pilot de linie (născut în 1944) și fizicianul atomist olandez dr. Wubbo Ockels (născut în anul 1946). În perioada 1981—1982 a fost ales și primul vest-european care a zburat la bordul „Spacelab”: dr. Ulf Merbold.

În aceeași perioadă au început antrenamentul la „Manned Space Flight Center” (MSFC) (Centrul pentru zboruri spațiale cu echipaj), de la Huntsville, cei șase specialiști de misiune americani: medicul C. L. Fisher (n. 1937), fizicianul M. I. Lampton (n. 1941), fizicianul doctor în științe B. K. Lichtenberg (care a și zburat; n. 1948), fizicianul R. T. Menzies (n. 1943), dr. ing. Ann F. Whitaker (de la MSFC-Huntsville) și fizicianul R. J. Terrile de la Universitatea californiană. De remarcat că astronautii-candidați pentru misiunile laboratorului „Spacelab”, au parcurs și parcurg un program de pregătire separat de cel al astronautilor destinați de NASA să facă parte din misiunile navetei, inclusiv pentru cei așa-numiți specialiști de misiune. Astfel, acești astronauti ai „Spacelab” urmează în Europa și în Statele Unite un antrenament intensiv, sub conducerea tehnică a organismului vest-european denumit SPICE (Spacelab Payload Integration and Coordination in Europe — Integrarea și coordonarea în Europa a încărcăturii de la bordul laboratorului Spacelab) din compunerea E.S.A., cu sediu la Porz-Wahn (R. F. Germania) și, respectiv, a MSFC-Huntsville. În cadrul acestui antrenament s-a avut în vedere că „Spacelab” nu este un laborator cosmic independent, ci o anexă locuită și dotată cu aparate a aparatului orbital din compunerea navetei și revine pe sol o dată cu aterizarea acestei părți a navetei...

De fapt, a apărut un fel de categorie de astronauti-savanți, care urmează să zboare în Cosmos împreună cu instrumentele și aparatele concepute de ei sau de colegi-cercetători ce nu pot zbura!

Conform informațiilor date publicității de NASA, la cîteva luni după selecționarea primului grup de astronauti destinați să zboare cu navetele spațiale, au fost efectuate de NASA împreună cu E.S.A. primele selecționări pentru cel de-al doilea grup de specialiști de misiune, alocați zborurilor 2 și ulterioare ale laboratorului „Spacelab”: șase americani și doi englezi. Cei opt au început pregătirile din 1979, la Huntsville, ei fiind: L. W. Acton de la

„Lockheed Research Laboratories“ (n. 1936), J. D. F. Bartoe de la „Naval Research Laboratories“ (n. 1945), J. W. Harwey de la observatorul „Kitt Peak“ din Arizona (n. 1941), B. E. Patchett și K.T. Strong (Marea Britanie), N. P. Patterson (n. 1940), G. W. Simon (n. 1935) și Dianne Prinz (n. 1939), toți trei de la „Naval Research Laboratories“, S.U.A. După efectuarea testelor de specialitate, au rămas în cursă doar patru specialiști: doi din echipajul principal și doi din echipajul de rezervă, grupul fiind nemijlocit condus de șeful investigatorilor științifici de la MSFC-Huntsville, dr. E. W. „Gene“ Urban, el însuși specialist în fizica temperaturilor criogenice în cadrul MSFC.

Numărul cosmonauților și al astronautilor care au zburat de două ori, de trei ori și chiar de mai multe ori în Cosmos este destul de redus, ca și al celor care au acumulat sute de zile petrecute în spațiu; mențiuni deosebite trebuie făcute pentru astronautul american John Young, care a zburat de șase ori în spațiu; de asemenea, trebuie menționați cosmonauții sovietici Vladimir Riumin, care în cele două misiuni efectuate în anii 1979 și 1980 a depășit un an petrecut pe orbită, precum și pentru recordmenii spațiului: Anatoli Berezovoi și Valentin Lebedev, cu 211 zile în 1982, iar apoi în 1984, Vladimir Liahov și Alexandr Alexandrov (Soiuz T9) și apoi Leonid Kizim, Vladimir Soloviov și Oleg Atikov (237 zile).

ACOLO DE UNDE-ȘI IAU ZBORUL RACHETELE...

Atunci cînd noile echipaje de cosmonauți sosesc la Baikonur, ele fac mai întîi cunoștință cu aerodromul localității Leninsk (Tiuratam), aeroport care nu are nimic deosebit față de celelalte aeroporturi similare din Uniunea Sovietică; peisajul parcurs în automobil sau autobuz dintre oraș și aeroport impresionează numai prin platitudinea completă. Astfel, cei care sosesc aici pentru prima dată sînt mai mult tentați să privească la compartimentul etanșeizat — unii îl numesc acvarium (!) — în care se instalează cosmonauții, evident pentru a nu fi în contact cu persoane care ar putea avea vreo viroză sau altă maladie contaminantă...

Deci, nici un fel de construcție, nici un fel de semn de viață umană, cu excepția unor mici posturi telefonice pe marginea panglicii de beton, decît stepa fără sfîrșit; este, deci, un fel de deșert, care păstrează culoarea dominantă a anotimpului: iarna, alb imaculat; vara, un verde-gălbui, atît de obișnuit celor care s-au născut sau au trăit mai mult timp în stepa rusească... De fapt, baza pentru alegerea locului de construire a cosmodromului a constituit-o distanțele suficient de mari față de localitățile intens populate, posibilitatea asigurării securității lansării aparatelor cosmice, a zonei de izolare, a zonei de revenire pe Terra a acestora, precum și existența unui mare număr de zile senine pe toată durata anului...

Construit în 1955 ca unitate multilaterală și complexă, cosmodromul Baikonur este situat în Republica Socialistă Sovietică Kazahă, într-o zonă de semideșert cu climat excesiv continental, are veri toride și uscate, iar iernile foarte geroase, cu vînturi puternice și cantități relativ reduse de precipitații... Atunci cînd au sosit, de exemplu, candidații astronauti francezi, Patrick Baudry și Jean-Loup Chrétien, iarba de stepă se ondula sub adierile slabe ale unui vînt cald destul de uscat.

La circa 10 km de aeroport este situat orașul Leninsk; cei care au putut vedea crochiurile făcute de Leonov, își reamintesc, desigur, imaginile orașului pe perioada cînd era încă șantier de construcții. Atunci constructorii, arhitecții, dar și inginerii și muncitorii care aveau să se stabilească aici, pentru a asigura funcționarea facilităților „cetății Cosmosului“, locuiau în cabane, printre depozite de ciment, stive de prefabricate, utilaje de construcții... Într-un anumit fel, Leninsk, cu aleile sale foarte largi, cu străzile numeroase și clădirile asemănătoare unor imense figuri geometrice în spațiu, aduce mai mult cu orașul Brasilia decît, să zicem, cu un orașel al științelor spațiale, al lansărilor în Cosmos... De fapt, cei peste 50 000 de locuitori de aici, lucrează *absolut toți* pentru zborurile cosmice; cifra pare unora, neobișnuiți cu proporțiile date acestei odisei a Cosmosului, oarecum, extraordinară: cincizeci de mii de oameni care lucrează doar pentru lansările în spațiu!

Desigur, se pune întrebarea cîte lansări se fac anual din acest loc; o cifră sigură este greu de găsit în literatură, dar se pare că de aici sînt lansări cu o medie de una la fiecare 3—4 zile! Cifra este cu adevărat impresionantă, deoarece totul nu se rezumă la efortul, și așa teribil al unei lansări la fiecare 3—4 zile, și al activităților aferente urmăririi acțiunilor pe orbită efectuate de fiecare satelit sau navă spațială care și-a luat zborul de aici; la

aceasta trebuie să mai adăugăm programele de pregătire a cosmonauților, verificările permanente ale materialului spațial, testările echipamentelor care se instalează la bordul vehiculelor spațiale, analizele rezultatelor parțiale sau definitive de la unele din lansări etc. etc. ... De aici rezultă clar că este din plin de lucru pentru cei 50 000 de locuitori!...

Referitor la locurile de lansare din U.R.S.S., nu trebuie să omitem că mai există încă două locuri de lansare: acel așa-numit „cosmodrom din Nord“ (cosmodromul Plesetsk), a cărui importanță pentru o anumită categorie de obiecte spațiale este de mult recunoscută, precum și baza spațială din apropierea orașului Volgograd, destinat lansării de vehicule spațiale mai ușoare, în special a rachetelor de sondaj extraatmosferic, geofizice etc. Măcar din reprezentarea acestui ansamblu de baze cosmice se poate face o impresie (palidă, desigur) despre ceea ce reprezintă efortul spațial al U.R.S.S. și să se înțeleagă de ce în acest domeniu de vîrf al tehnicii și științelor actuale, lucrează *nemijlocit* citeva sute de mii de cetățeni sovietici!

Poate unii dintre cititori, citind lucrarea Adrianei Falacci¹ au încercat (desigur, fără mult succes!) să-și imagineze aceste orașele ale Cosmosului, unde locuiesc și activează astronauții și personalul ce asigură lansările de la Cap Canaveral. Ei bine, nu poate exista, deși este destul de curios, nici o asemănare cu orașul Leninsk. În timp ce localitățile americane citate mai sus rămîn orașele americane specifice, peste care, cam peste noapte, s-a instalat (citește „implementat“) o industrie cu totul neobișnuită, orașul Leninsk este ceva nou, oarecum nepămîntean, o localitate a viitorului, unde crezul „lucrăm și trăim pentru Cosmos“ te întîmpină de cînd îi treci „pragul“: imensa statuie monumentală a lui Serghei Pavlovici Korolev îți reamintește că el este inspiratorul acestei „anticamere a Cosmosului“, unde se împletesc betonul cel mai netezit cu minunate alei de flori, avînd cele mai diferite culori! Cei care au vizitat Leninsk și, evident, cosmodromul Baikonur, avînd totuși și puțin talent de scriitor, afirmă că odată intrat aici ai nu impresia, ci certitudinea că oamenii care le-au construit au fost siguri că, în viitor, Cosmosul va fi teritoriul preferat al unei expansiuni viitoare a umanității! În prezent, așa cum l-a caracterizat scriitorul și ziaristul francez Bernard Chabbert²,

¹ *Dacă Soarele moare*, Editura DACIA, Cluj-Napoca 1981.

² *Spatiale première*, publicată în 1982 de Editura Plon, prin care B. Chabbert, ajutat de Jean-Loup Chrétien și Patrick Baudry, descrie pregătirile și „odiseea“ primului francez lansat în spațiu.

Leninsk și Baikonur reprezintă „polul oriental al mării aventuri a secolului XXI!“! Se cuvine să fim recunoscători lui Chabbert pentru profesionalismul său, pentru pasiunea cu care se situează pe platforma — tehnică, dar și umană — a celor care pregătesc lansările, dar și a celor care iau loc în cabinile spațiale, a celor care pregătesc „rachetele oamenilor“, respectiv ale „oamenilor rachetelor“, așa cum i-am denumit cu tot respectul cuvenit, într-o lucrare mai veche¹, la alcătuirea căreia consider că m-am îmbogățit cu sentimentul de dragoste și de respect pentru toți cei care își pun priceperea, viața, în slujba nobilei opere de umanizare a Cosmosului...

Locul de reședință al celor care vin în orașelul Leninsk — de fapt sînt echipele de cosmonauți, însoțite de personalul de întreținere și verificare a acestora (instructori, medici, maseuri, membri de familie etc.) — este hotelul central; de fapt, doar denumirea este de hotel, sau mai bine ar fi de pensiune de familie (!), deoarece atmosfera care domnește aici se pare că reprezintă exact ceea ce ar fi o locuință a unor prieteni, a unor colegi de activitate... Există, desigur, camere și apartamente numerotate, dar parcă predomină sălile de întîlniri ale unor grupuri mici sau medii, sălile de conferințe, de sport, de gimnastică, piscinele, simulatoarele, sălile de verificări, de studiu etc. Pare că ar fi aici un fel de „existență în circuit închis“ (!) între limitele „hotel“ și „cosmodrom“!

Tot acest „circuit închis“ conține atît ansamblurile de agregate specifice „cetății-cosmodromului“, dispozitive, facilități, sisteme automate unicate, simulatoare, construcții speciale, toate dotate la ultimul „strigăt al tehnicii“ și servite de specialiști în cele mai diverse domenii, de la medicină ori fizică nucleară și pînă la dietetică și glaciologie! Toți acești oameni au reușit, pînă acum cu cel mai deplin succes, să facă astfel încît de pe acest cosmodrom să se efectueze — conform programului național sovietic de cercetare și utilizare pașnică a spațiului cosmic, nemijlocit sau în colaborare cu alte state, conform programului „Intercosmos“ sau altor acorduri privind lucrări comune de cucerire a Cosmosului, încheiate cu S.U.A., Franța, și alte țări — lansările planificate și, evident, pe deplin reușite! De la Baikonur a fost lansat în 1957 primul satelit artificial al Pămîntului, au executat zboruri în Cosmos primul cosmonaut, pilotul Iuri Gagarin, prima femeie-cosmonaut Valentina Vladimirovna Tereșkova-Nikolaeva, au fost lansate

¹ *De la Icar la cuceritorii Lunii*, publicată în 1975 de Editura Albatros; sînt descrise viața și opera savanților, dar și a astronauților, care au dat viață scopurilor astronautice.

stațiile automate interplanetare din seriile „Luna“, „Venus“, „Marte“, „Zond“, sateliții din seriile „Cosmos“, „Elektron“, „Molnia“, „Poliot“ etc. Tot de la cosmodromul Baikonur se efectuează lansarea navelor cosmice pilotate „Soiuz“, „Soiuz T“ și „Saliut“. De aici și-a luat zborul în luna mai 1981 primul cosmonaut român Dumitru-Dorin Prunariu, ofițer inginer de aviație al Forțelor aeriene militare ale Republicii Socialiste România.

Revenind la „dotarea“ orașelului cosmonauților de la Baikonur, trebuie arătat că aici se găsește unul din cele mai moderne complexe pentru pregătirea cosmonauților, cuprinzând săli de clasă pentru instruire conform programelor de pregătire tehnică și științifică, un complex sportiv cu bazin de înot; laboratoarele de pregătire a echipajelor de „oameni ai Cosmosului“, ansamblul medical, la care trebuie adăugat institutul cu facultăți-filiale ale unor cetăți universitare cunoscute, școli, club, stadion, centru de televiziune etc.

Atunci când se pleacă de la hotelul-pensiune al personalului de zbor și ajutor, folosind un autovehicul obișnuit sau, în cazul lansărilor, acel autobuz special amenajat care duce cosmonauții la platforma de lansare, drumul durează aproximativ o oră în plină stepă; după depășirea unei intersecții, deosebit de importante, deoarece de acolo se pornește spre alte platforme de lansare speciale, la câteva minute de mers încep să se distingă contururile construcțiilor aferente cosmodromului propriu-zis. Mai întâi însă, sunt depășite din mers câteva construcții mici, din lemn, de tipul cabanelor-refugii montane; localnicii arată totdeauna cu emoție aceste mici construcții care ușor pot fi trecute cu vederea de cei care nu le cunosc semnificația: aici au locuit academicianul Serghei Korolev și primii cosmonauți sovietici, printre care și Gagarin, în zilele eroice ale primilor pămînteni care au luat loc la bordul unei rachete!...

Principalele părți ale cosmodromului Baikonur includ: sectorul de montaj și testare a rachetelor purtătoare; sectorul de montaj și testare a navelor cosmice; platformele de start; punctele de observare, comandă și efectuarea măsurărilor. Să încercăm o scurtă prezentare a acestor construcții, demne de secolul XXI...

Detășat de restul clădirilor prin proporțiile sale deosebite, „Complexul de montaj și testare a rachetelor purtătoare“ (prescurtat M.I.K. de la cuvintele în limba rusă Montajnii i ispitanii kompleks, care semnifică operațiile ce se efectuează aici), are holul central cu dimensiunile unui teren de fotbal; dacă avem în vedere și înăl-

țimea de 45 m, atunci acest M.I.K. posedă un volum impresionant, destul de asemănător cu cel al „Clădirii de asamblare a rachetelor“ de la Cap Canaveral, denumită prescurtat VAB a cărei înălțime atinge 155 m! Desigur, specialiștii sovietici nu au avut nevoie pentru M.I.K. de o asemenea înălțime, deoarece asamblarea rachetelor se face orizontal și nu vertical!...

Deși are înălțimea unei clădiri cu 15 etaje, M.I.K. pare mai puțin spectaculos decât clădirea VAB-ului (unde constructorii au avut dificultăți cu împiedicarea formării norilor (!) artificiali la partea superioară a clădirii, prin utilizarea unei climatizări foarte sofisticate)... Aici rachetele sunt asamblate orizontal, la înălțimi rezonabile, iar navele cosmice, evident mai mici decât restul rachetelor asamblate în aceste mari hale, se găsesc în poziție verticală, pe eșafodaje corespunzătoare, fiind supuse testelor și controalelor pe care le efectuează, am putea spune continuu, 24 de ore zilnic, echipe de specialiști care lucrează aproape în tăcere completă... În marea hală se pătrunde printr-un fel de ecluză care împiedică pierderea presiunii de climatizare-sterilizare a mediului atmosferic din interiorul M.I.K.-ului, iar vizitatorii îmbracă un fel de pelerină sterilă. Totdeauna aici se află o rachetă în stadiul de pregătire finală pentru a pleca spre platforma de lansare; componentele rachetei sosesc la Baikonur pe calea ferată Moscova-Tașkent, unele piese de legătură fiind, probabil, realizate în fabricile care înconjoară orașul Leninsk. Tot ceea ce concurează la asamblarea unei rachete este adus pe calea ferată la M.I.K., oricare componentă fiind testată și atestată la uzinele unde a fost fabricată; aceasta nu împiedică însă ca cei de aici să reînceapă testele de verificare de îndată ce fiecare componentă a sosit la Baikonur...

De fapt, aici nu se construiește, decât foarte puțin și numai în măsura necesităților imperioase aferente montajului; acesta este scopul principal alături de testările extrem de numeroase și de minuțioase. Atenția este acordată la fel pentru toate categoriile de repere și sisteme destinate testărilor, dar parcă cel mai mult se insistă pe încercările asupra sistemelor care efectuează mișcări, vehiculează fluide, transmit electricitate, măsoară, corijează anumite activități, comandă și asigură transmițeri de comenzi...

Trebuie arătat că, de fapt, există două construcții de tip M.I.K.: în una este asamblată, așa cum am menționat, în poziție orizontală, racheta purtătoare, iar în cea de-a doua, oarecum gemă din punctul de vedere al unui observator exterior al clădirilor respective, rachetei respective i se assemblează sarcina utilă, respectiv nava cosmică... Tot în această clădire se asam-

blează și diferitele tipuri de nave cosmice: „Soiuz“, „Soiuz T“, „Progress“, „Saliut“... Există aici săli speciale unde se fac testările scafandrelor cosmice, unde cosmonauții învață să le îmbrace și să le folosească, în care ședințele de antrenament alternează cu cele de verificare a acestor costume, la prima vedere oarecum stranii, venite dintr-un film de anticipație, dar cu care „oamenii spațiului“ trebuie să se obișnuiască de parcă de cînd lumea le-ar fi folosit!...

Pentru ilustrarea a ce înseamnă obișnuirea cu acest scafandru spațial și, mai ales, cu termenul extrem de redus în care trebuie îmbrăcat, pentru a preîntîmpina o eventuală dezmetizare a cabinei spațiale, echivalentă cu dezastrul dacă astronautii nu-și pot îmbrăca în timp util aceste salvatoare costume, să reproducem o secvență din descrierile făcute într-o carte la care este coautor cosmonautul român Dumitru Prunariu¹: „...unul din membrii echipajului (Prunariu și Popov repetă, în simulator, fazele simulării operațiilor de cuplare a două aparate cosmice, «Saliut» și «Soiuz», fiind îmbrăcați în costumele de scafandru spațial, n.a.) propune celui alt să înceapă dezbrăcarea... O ezitare... O privire spre ceas... (Cei de la pupitre tresar, dar tac.) Încep primele mișcări de ieșire din scafandru și iată că, pe neașteptate, cu cîteva secunde înaintea terminării celor zece minute (de control obligatoriu a etanșeității cabinei după simularea cuplării, n.a.) se dă comanda «Depresurizare!» Se aprind tot felul de luminițe, se aud semnale... Aerul este evacuat rapid din capsulă... Încă puțin și în modul cei doi nu vor mai avea ce respira... Nu este glumă, fețele lor sînt îngrijorate... Cu o viteză inimaginabilă pentru spațiul acela totuși mic își reîmbracă scafandru și pun în funcțiune sistemul interior de protecție: furnizare de oxigen, îndepărtarea excesului de bioxid de carbon și vapori de apă, toate acestea însă fără a interzice libertatea de mișcare și posibilitatea de acțiune. (După atîtea ore scafandru este ud learcă de transpirație și este foarte greu să-l îmbrace repede.) De la masa de comandă se face afirmația: «Au bătut recordul de viteză la îmbrăcare! Asta i-a scăpat! Nu credeam că este posibilă o asemenea concentrare!» Peste cîteva minute antrenamentul se termină. De această dată de-adevărat!“

Toți responsabilii de zbor spațial, de la conducătorul misiunilor cu echipaj și pînă la fiecare șef de serviciu, au aici fiecare biroul lor, existînd și o rețea de săli de conferințe care asigură lucrul în colectiv. Există, de asemenea, și unele încăperi rezervate

¹ D. Prunariu, A. Stark, *La cinci minute după cosmos*. Edit. militară, 1982, p. 116.

membrilor echipelor guvernamentale, prezenți la Baikonur atunci cînd este vorba de pregătirea unui zbor cu echipaj. Apare deosebit de interesantă etapa pregătirilor navei cosmice anterioară eliberării certificatului de navigabilitate pe „magistralele“ Cosmosului! După testele din hala de asamblare/testare, această navă parcurge mai multe ore de verificări în încăperea cu vid, testele urmărind etanșeitățile și comportamentul fiecărui racord, fiecărui echipament, fiecărei legături între sistemele navei, între acestea și cele ale rachetei purtătoare... Și să nu se uite că „Soiuz“ (sau mai recent „Soiuz T“) este deja o navă care se construiește în serie; vopsită într-un verde de jad, avînd unele componente și sisteme strălucind de un alb imaculat, nava cosmică are scutul termic de o culoare verde pronunțat, care frapează și mai mult atunci cînd, instalată pe suportul său rotitor, arată echipelor de verificatori diferitele sale compartimente...

Nu se verifică doar buna funcționare a fiecărui sistem descompus în elementele componente sau subsistemele sale, dar există posibilitatea tehnică de a fi simulate faze întregi de zbor, de la începutul fazei numărătorii inverse și pînă la pornirea motoarelor! Sînt trecute în revistă tot felul de combinații de pene și defecțiuni posibile și, astfel, cu toată calitatea de excepție a materialului, apar totuși necesități de retușuri, înlocuiri de componente și repere și, evident, o infinitate de reglaje care trebuie efectuate după o tehnologie în continuă perfecționare...

Desigur, tot timpul este menținută o curățenie de farmacie, dar, deoarece tipul de rachetă respectiv este foarte bine cunoscut de echipele de montori/reglari/testatori, aceștia pot lucra foarte repede, deși se impune lucru de calitate aerospațială!... Să nu se uite un „amănunt“: tehnicienii montori/reglari/verificatori de la Baikonur au efectuat seriile de activități anterioare startului a peste 600 de rachete purtătoare (!), în timp ce, spre exemplu, cei de la baza spațială franceză Kourou (Guiana) sau de la Centrul de integrare de la Mureaux¹ de lângă Paris au experiența doar a peste 40 de asemenea evenimente... Din afirmațiile celor care au vizitat Baikonurul rezultă că astăzi, ca și acum două decenii,

¹ Cu ocazia participării la lucrările celui de la XXXIII-lea Congres internațional de astronautică (Paris, oct. 1982), autorul a vizitat Centrul de integrare a rachetelor „Ariane“ de la Mureaux; aici se assemblează și testează componentele principale ale celor două etaje reactive inferioare ale rachetei „Ariane“, acestea fiind amplasate în poziție verticală, în interiorul unor turnuri formate dintr-un sofisticat schelet metalic, susținînd numeroase sisteme de testare.

se acordă aceeași atenție și seriozitate tehnică pregătirii unei lansări, deși față de eroica perioadă a zborurilor lui Gagarin sau Valentina Tereșkova, echipele de specialiști sovietici au căpătat o inestimabilă experiență...

O dată testele și verificările terminate în acest sector de montare și încercare, nava cosmică va fi introdusă în sistemul ei de protecție aerodinamică sub forma aceluși virf-carenaj al rachetei, care, în unele porțiuni, se apropie la câțiva milimetri doar de compartimentele orbital și de comandă al navei; acest carenaj este el însuși supus unor minuțioase teste și controale într-o clădire vecină, unde i se atașează și racheta de salvare, un fel de pagodă în trepte, destinată salvării cabinei echipajului în cazul că la start racheta nu se mai supune comenzilor echipei de lansare. Tehnica este cunoscută, fiind folosită și de constructorii americani ai navelor cosmice „Mercury” și „Apollo”, și a fost verificată în practică cu ocazia misiunii „Soiuz” din septembrie 1983.

Controlul se extinde nu numai asupra sistemelor și echipamentelor rachetei, ale navei cosmice și a legăturilor dintre acestea, asupra scafandrilor spațial și a sistemelor de legătură ale acestuia cu nava, dar chiar și la lucrurile personale ale celor ce urmează a lua loc la comenzile navei: ceasul de mină, creioanele și bloc-notes-urile, aparatul de fotografiat, iar trusa cu alimente (diversificată în cazul când era vorba de un echipaj mixt din cadrul programului „Intercosmos”) a constituit totdeauna grija deosebită a dieteticienilor, urmînd a fi utilizate rețetele și tehnologiile elaborate și testate în laboratoarele din „Orășelul cosmonauților”...

În afara acestor facilități tehnice (care în limbajul cosmodromului se numesc „poziții tehnice”), pe cosmodrom se mai află platformele de start și punctele de comandă, observare și efectuarea măsurărilor. Una din cele mai importante platforme de start de pe cosmodromul Baikonur este cea cu nr. 17, de pe care au fost lansate navele cosmice „Vostok”, „Voshod” și de pe care acum își iau zborul navele „Soiuz”; de pe „platforma 17” și-a luat zborul și racheta purtătoare a navei cosmice „Soiuz 40”, care i-a adus pe orbită pe cosmonauții Dumitru Prunariu și Leonid Popov în cadrul misiunii spațiale comune româno-sovietice din mai 1981...

Platforma de start nr. 17 este o construcție de tip semiîngropat prevăzută cu o instalație de start cu grinzi de sprijin rabatabile; în această configurație, racheta urmează a fi fixată de ansamblurile de rezistență ale platformei de start; sistemul racheto-cosmic — cum numesc specialiștii sovietici ansamblul format

din racheta purtătoare și nava cosmică — este adus pe platforma de start de la complexul de montaj și încercări, mereu în poziție orizontală, după ce a fost alimentată cu propergoli. Această operație deosebit de importantă, care parcă ar transforma pașnica rachetă într-un fel de bombă tare periculoasă, este efectuată la stația de alimentare a cosmodromului, unde de asemenea este adusă pe calea ferată, folosindu-se în acest scop un vagon de tip special, tras de o locomotivă cu motor Diesel. După alimentare și executarea operațiilor finale, la rachetă se cuplează blocul frontal, format din compartimentul de trecere și carenajul frontal. Pe toată durata alimentării cu propergoli funcționează sistemul de termoreglare a combustibililor și, de asemenea, sint testate modurile de comportare a alimentărilor cu gaze comprimate etc. După aceste teste, rezervoarele sint golite și curățate cu mare grijă.

În „limbajul curent” folosit pe cosmodrom, toate aceste facilități au denumiri destul de greu de reținut pentru nespecialiști: agregatul de montare și transport la start; construcțiile de la platforma de start; instalațiile de start formate din grinzile de sprijin, dispozitivul de fixare, pilonii de ancorare și cablurile de alimentare; mijloacele de servire formate din schelele și cabina de servire; autocisternele cu propergoli (carburantul și comburantul), rezervoarele de păstrare a propergolilor și a gazelor comprimate; aparatura sistemelor de comandă a pregătirii rachetelor pentru start; punctele de legătură și de comandă îngropate și blindate, care sint legate prin comunicații cu toate serviciile operative ale cosmodromului, cu punctele de lansare, cu „Centrul de conducere a zborului” etc.

După ce racheta purtătoare împreună cu nava cosmică sint transportate la platforma de start, are loc una din cele mai spectaculoase acțiuni: instalarea sistemului racheto-cosmic în poziție verticală; în acest scop agregatul de montare și transport aduce racheta în poziție verticală cu ajutorul unor puternice cricuri hidraulice, concomitent grinzile de sprijin trecînd din poziția înclinată în poziția de lucru și preluînd asupra lor greutatea rachetei în zona centrală, de sprijin... Operația de pivotare, efectuată și controlată automat, durează aproximativ zece minute, ea fiind supravegheată de cîteva zeci de tehnicieni, gata să intervină și să oprească cursul acțiunii, dacă ar interveni cea mai mică defecțiune, cea mai mică abatere de la tehnologia de poziționare. Dar, de regulă, totul se desfășoară fără incidente, iar baza rachetei, cu cele douăzeci de ajutaje reactive, dispare într-o deschidere

circulară practică în platforma de beton armat, astfel încât partea inferioară a rachetei se află sub cota zero, sub nivelul platformei de start; acest sistem permite protejarea aparaturii terestre de acțiunea distrugătoare a jeturilor de flăcări provenite de la motoarele rachetei.

După dispunerea rachetei pe grinzile de sprijin, adevărate „petale de oțel” care îmbrățișează corpul argintiu al rachetei deasupra celor patru rachete ale primului etaj reactiv, agregatul de montare și transport își coboară brațul în poziție orizontală și, tras de aceeași domoală locomotivă Diesel, se îndepărtează de platforma de start, molcom, fără grabă, parcă mulțumit de „treaba făcută”... Simultan, ca într-un mecanism de orologerie gigantică, încep să se apropie de rachetă schelele de servire, pilonii de ancorare, cablul de alimentare, sistemul cabinei de servire etc. Imediat după ce aceste sisteme trec în poziția de lucru, începe procesul de orientare azimutală a rachetei și de stabilire a acesteia în poziție perfect verticală; toate aceste operații sunt efectuate cu ajutorul unor mecanisme și dispozitive, potrivit comenzilor transmise de sistemul de telecomandă. Este apoi cuplat agregatul de termoreglare cu aer comprimat al sistemului racheto-cosmic: este debitat aer comprimat sub carenajul frontal al rachetei purtătoare astfel încât temperatura aparaturii și a componentelor propergolilor să nu depășească limitele admisibile. Acest agregat de termoreglare pneumatic funcționează aproape pînă în momentul lansării rachetei.

După racordarea diferitelor canalizații (de alimentare cu propergoli, cu gaze comprimate, de drenaj, pneumatice, hidraulice etc.) și cuplarea acestora la rachetă și la nava cosmică, se trece la efectuarea operației de verificare cu aer comprimat a tuturor etanșeităților locurilor de îmbinare, așa-numita „probă de presiune”; existența unor locuri neetanșee se poate evidenția prin scăderea presiunii în ansamblul instalației, evident sectorizată în așa fel încât zona neetanșee să fie decelată.

În continuare încep încercările anterioare lansării, în care sunt implicate instalațiile de bord și agregatele rachetei și ale navei cosmice, folosind în acest scop aparatura de control și lansare. Sute de controale și de verificări au ca scop să constate dacă transportarea la start a complexului racheto-cosmic și ridicarea sa în poziție verticală nu au afectat vreun sistem; ca urmare este acționat ansamblul de sisteme asociate lansării și în particular împunătorul material aferent umplerii rezervoarelor cu propergoli ai rachetei purtătoare, activitate care este finalizată, dacă totul

decurge normal, cu câteva ore înainte de startului. Dar pînă la acel moment mai sînt numeroase verificări, care „umplu” două zile și două nopți de activități febrile, dar după un ritm și o tehnologie perfect stăpînite...

Astfel, sînt verificate starea generală și de funcționare a instalațiilor de bord, este executat controlul de testare a funcționării corecte a diferitelor aparate de bord și terestre, fără cuplarea programelor-standard și a agregatelor de execuție, (activitate care însoțește ultima fază a numărătorii inverse), sînt testate sistemele de televiziune, de radiolegătură, liniile de telecomandă, sursele de alimentare cu energie electrică la bord etc.

Echipele care fac verificările și conectează în succesiunea prestabilită operațiile de testări/verificări, dispun de monitoare pe care apar automat rezultatele încercărilor anterioare startului, concomitent avînd loc înregistrările de către sistemele telemetrice și multicanal a parametrilor controlați. Dacă acești parametri ai sistemelor și agregatelor de bord se încadrează în limitele și normele stabilite, se dă aprobarea pentru alimentarea rachetei purtătoare cu propergoli, respectiv cu carburant și comburant. Astfel, alimentarea rachetei cu oxigen lichid are anumite particularități: în prealabil „se răcesc” conductele principale, racordurile, pompele și rezervoarele, respectiv este scăzută artificial temperatura acestor echipamente cu care vine în primul rînd în contact oxigenul lichid care pătrunde în sistemele rachetei, pentru preîntîmpinarea „fierberii” acestuia în perioada inițială a alimentării...

Acest fenomen are ca urmare o foarte periculoasă creștere bruscă a presiunii în componentele sistemului de combustibil și în special în rezervoare, ce ar putea conduce la explozie pe platforma de start dacă nu este eliminat... Metoda uzuală constă în debitarea unei mici cantități de oxigen lichid în aceste echipamente, folosind în acest scop o foarte mică parte din rezervorul de conservare a oxigenului lichid; evaporîndu-se în contact cu pereții echipamentelor menționate oxigenul lichid le răcește, el fiind apoi evacuat prin sistemele de drenaj sub formă gazoasă, deoarece în respectivul proces endoterm a trecut aproape instantaneu în stare gazoasă...

După răcirea conductelor principale, a rezervoarelor etc., se dă comanda de cuplare a pompelor principale de transvazare a oxigenului lichid, care trec în regim de lucru continuu; sistemul de control al nivelului de comburant asigură dozarea precisă a componentelor respective ale propergolilor rachetei; de la punctul de comandă al platformei de lansare este realizat, prin telecomandă,

ansamblul de comenzi privind alimentarea, controlul transmiterii și îndeplinirii corecte a tuturor activităților aferente acestei foarte importante (și periculoase) activități imediat anterioare startului.

Simultan cu alimentarea sînt efectuate, evident tot de la distanță, o serie de verificări numite finale, în paralel cu simularea funcționării sistemelor, aparatelor și agregatelor rachetei purtătoare și a navei cosmice; comenzile sînt introduse automat în dispozitivele de memorizare ale sistemului de comandă de bord, iar acesta este acordat pentru efectuarea programului stabilit de intrare pe orbită. Ținînd seama de procesul foarte activ de evaporare a oxigenului lichid, cu puțin timp înainte de lansare este efectuată, tot automat, completarea nivelului din rezervorul respectiv pînă la valorile necesare funcționării corecte și pe perioada stabilită a motoarelor. După drenarea conductelor de alimentare se procedează la desfacerea conductelor de alimentare, de drenaj și pneumatice, reverificîndu-se verticalitatea rachetei și dirijarea ei azimutală.

Cu 150 de minute înaintea lansării, cosmonauții își ocupă locurile în cabina cosmică și este cuplat programul operațiilor finale premergătoare lansării și de lansare, sistemele automate asigurînd momentul stabilit pentru start cu precizie de ordinul zecimilor și chiar al sutimilor de secundă. Ultimul control al sistemelor rachetei are loc după transmiterea și afișarea pe *display*-uri a datelor telemetrice; acum are loc momentul cel mai important; se comunică prin toate sistemele de informare tuturor celor implicați în respectiva lansare că s-a intrat în ultimele minute înaintea startului: cînd devine clar că toate sistemele și echipamentele ansamblului racheto-cosmic sînt fiabile, iar cosmonauții gata de lansare, operatorul de start stabilește cuplarea programului automat al operațiilor de lansare în stadiul lor final. Executarea acestora se afișează pe pupitrul punctului de conducere; concomitent, pe ecranele sistemelor de televiziune în circuit închis, apar secvențe din operațiile automate de îndepărtare a pilonilor de ancorare și a cablurilor de alimentare. Automat începe funcționarea turbopompelor de trimitere a componentilor propergolului în camerele de ardere ale motoarelor-rachetă și este cuplată aprinderea pirotehnică în primele etaje reactive ale rachetei... START!

*
* *
*

Atunci cînd fostul președinte al Statelor Unite, John Kennedy, a anunțat, în anul 1961, că S.U.A. intenționează ca pînă la finele

deceeniului să asigure debarcarea omului pe Lună, atenția organismelor NASA a trebuit repartizată și pentru asigurarea unei baze de lansări corespunzătoare unei asemenea sarcini apreciată încă de pe atunci ca extrem de pretențioasă și... de ambițioasă! Așa a fost semnat „actul de naștere” al celui mai mare astrodrom din Statele Unite, „complexul de lansare 39”, găzduit pe 35 de hectare ale Insulei Merritt de la nord-vest de Cape Canaveral, complex care poartă astăzi denumirea „Kennedy Space Flight Center” (Centrul pentru zboruri spațiale Kennedy) din Florida. Investițiile pentru această bază de lansări selenare au depășit în final un miliard de dolari, din care peste jumătate au fost alocate „complexului 39”, cu cele două rampe principale, numite 39a și 39b... Dacă se reamintește că întregul program „Apollo” a costat circa 20 miliarde de dolari, unele păreri sînt că alocarea celei de a 20-a părți pentru astrodrom reprezintă o investiție deosebită. Și totuși, sumele puteau fi mult mai mari, evident grevind în ansamblu programul, dacă NASA nu ar fi adoptat metoda nouă a infrastructurilor mobile, evitînd numeroasele și masivele construcții imobile folosite pînă la acea dată pentru lansările de aparate spațiale (cu excepția celui „Vehicle Assembly Building” — VAB, clădirea pentru asamblarea rachetelor de tip „Saturn 1B” și „Saturn 5”). La baza concepției astrodromului de pe Insula Merritt au stat două ipoteze de bază:

a) baza de lansare să fie aptă să asigure anual un număr de lansări corespunzător la satelizarea a cel puțin 450 t încărcătură utilă, iar în 1970 să existe disponibilități pentru cel puțin zece lansări de rachete „Saturn 5”; în viitor baza de lansare să poată fi utilizată pentru lansarea de rachete „Saturn” amplificate fie prin adăugarea de motoare laterale fie prin etaje atomice (!);

b) baza de lansare să posede o asemenea organizare, încît să permită implementarea unor proceduri simplificate de urmărire și de control a tuturor activităților aferente lansărilor, fără nici o abdicare de la cerințele de securitate a pregătirii și efectuării oricărei lansări.

Oricare din aceste cerințe de bază contraveneau din... start procedurilor și metodologiei tradiționale de pregătire, controale și verificare aferente lansărilor „standard”, cel puțin din următoarele considerente:

1. aducerea și montarea din subansambluri a unei rachete în chiar zona de start provoca blocarea un anumit timp a acesteia;
2. apariția unor defecțiuni sau a unor cerințe de modificări la locul de asamblare cerea demontări, remontări sau alte verifi-

cări, deci imobilizarea platformei de start, respectiv cheltuieli și pierderea unui timp prețios;

3. fragmentarea verificărilor etajelor reactive și a celor intermediare cu aparatură etc. lăsa loc pentru omisiuni și chiar apariția unor degradări în timp;

4. creșterea alarmantă a riscurilor de explozie la etajele reactive sau la racheta în ansamblu, atunci când odată umplute rezervoarele cu propergoli sau cele cu fluide de lucru, se mai fac verificări care implică punerea diferitelor echipamente sub sarcină electrică sau/și funcționarea unor agregate de pompare cu generatoare de gaze fierbinți.

Evident, studiile întreprinse în perioada anilor 1960—1962 de către specialiștii diferitelor laboratoare ale NASA au permis conturarea citorva soluții: mărirea numărului de platforme de start; separarea ariilor destinate lansărilor; dotarea fiecărei platforme cu propriile sale mijloace logistice, rezervoare, control etc.; aducerea rachetei la locul de start *numai* după încheierea tuturor modificărilor și a verificărilor parțiale și ale ansamblului. Ca urmare a propunerilor din vara anului 1961, făcute de echipa condusă de inginerul John Houbolt¹ de la Centrul spațial Langlay al NASA și sprijinite de specialiștii de la Centrul spațial „Marshall” din Huntsville (Alabama), unde se construia racheta „Saturn 5”, NASA avea să adopte în iunie 1962 soluția finală: decolarea cu o aceeași rachetă („Saturn 5”) a tuturor celor trei vehicule componente ale cabinei „Apollo” (modulul de comandă, cel de serviciu și cel lunar); de asemenea s-a adoptat și soluția ing. Houbolt și anume „rendez-vous”-ul pe orbita selenară a modulului lunar (etajul de urcare) cu ansamblul cabinei format din modulul de comandă și cel de serviciu (ultimul urma să fie abandonat după „inserția” pe orbita spre Terra...).

Cu această ocazie calculele au demonstrat că racheta „Saturn 5” devenea prea grea pentru a fi asamblată în poziție orizontală și apoi ridicată în verticală, inclusiv apariția unor tensiuni periculoase în însăși structura rachetei...

Ca urmare, complexul 39 a trebuit să fie conceput cu două platforme de lansare fixe și alte două mobile, iar racheta „Saturn”

¹ Calculele expuse de Houbolt erau atât de optimiste (15—16 t pentru modulul lunar „Vulturul”, abandonarea etajului inferior al acestuia odată cu decolarea de pe Selenă; cuplarea cu ansamblul CM + MS pe orbită circum-selenară; abandonarea modulului de serviciu pe traseul de revenire către Pământ etc.), încît cunoscutul proiectant al cabinelor spațiale americane Mercury, calmul Maxime Faget, a strigat: „...calculele dumitale mint!”...

să fie asamblată în poziție verticală, ceea ce a implicat construirea celui mai înalt bloc de asamblare a rachetelor care a fost realizat pînă în prezent la vre-un cosmodrom... Cei 155 de metri în înălțime și acea suprafață de 133×155 m ale VAB sînt edificatori în acest sens. Deci, platforma mobilă (care a înlocuit turnul de lansare/control și rampa fixă de lansare din sistemele clasice), comporta o platformă cu un orificiu central pentru evacuarea jetului reactiv, pe care era asamblată racheta, aceasta fiind legată prin numeroase cabluri, cordoane de legături elastice, conducte de fluide etc. de așa-numitul „umbilical tower” (turnul cu legături pentru lansare), care posedă 17 etaje, o macara de 22,5 t. și o înălțime de 130 m pentru accesul la etajele reactive cerut de verificările acestora, de alimentări etc.

Pentru a ușura infrastructura acestei platforme mobile, specialiștii NASA au conceput și construit două turnuri mobile de serviciu, înalte de 121 m, destinate accesului specialiștilor la ansamblul de module care formau nava spațială „Apollo” (respectiv, ulterior, marele laborator spațial „Skylab”). Atît platforma mobilă (cu turnul de lansare și racheta „Saturn”), cît și turnul de serviciu mobil, sînt transportate separat la aria de lansare, folosind în acest scop vehicule ultraputernice pe șenile de tip „crawler”, grele de 2 800 t și propulsate de motoare Diesel avînd puteri totale de peste 5 000 CP. De fapt, platoul de pe „crawler” pătrunde sub platforma mobilă de lansare, o transportă în VAB (are 17 ascensoare și 2 poduri rulante de 250 t), folosind în acest scop facilitățile turnului ombilical; apoi, conform planificării cuprinse în așa-numita „numărătoare inversă”, vehiculul „crawler” revenea și reîncărca (folosind patru cilindri hidraulici superputernici!) ansamblul Saturn, plus „umbilical tower”, pe care le aducea cu viteza de 1,6 km/oră, pe o șosea lungă de 5,4 km (respectiv 7 km) către platforma 39 a) respectiv 39 b) a complexului... Aici, abia atunci cînd racheta a fost plasată pe una din rampele menționate (a sau b), respectiv platforma mobilă de lansare a fost solid ancorată, iar verificările făcute cu turnul de serviciu pentru cabina „Apollo” au fost și ele încheiate, se trecea la alimentarea cu propergoli a etajelor rachetei purtătoare.

Convinsă că nu poate avea nici un fel de întîrziere în pregătirea rachetelor lansatoare de vehicule de tip „Saturn”, NASA a realizat trei turnuri mobile de lansare, două vehicule autopropulsate de tip „crawler”, toate facilitățile subterane pentru asigurarea lansărilor, astfel încît o rachetă „Saturn 5” să nu stea mai mult de 10 săptămîni în VAB și cel mult două săptămîni pe platforma 39...

...IAR COSMOSUL ESTE „ADUS PE... PĂMÎNT“!

În anul 1929, locotenentul James Doolittle, pilot al forțelor aeriene americane, a demonstrat că este posibil să decoleze, să efectueze un zbor și chiar să aterizeze fără vizibilitate, folosind doar indicațiile instrumentelor! De fapt, în același an, un tânăr îndrăgostit de aviație, pe numele său Edwin A. Link, fiul unui mic fabricant de plane și alte instrumente cu corzi, în al cărui atelier lucra el însuși, a reușit atît el, cît și fratele său, să învețe să zboare, folosind în acest scop un model de avion care nu s-a înălțat niciodată de la sol! De fapt, Link a construit, probabil fără să știe, primul trenajor de aviație din lume, trenajor de tipul cu bază fixă! Ulterior, introducerea sistemelor de navigație prin radio și necesitatea ca acestea să fie cunoscute înainte ca ele să fie nemijlocit folosite pe traseul de zbor iar apoi să fie bine utilizate mai ales atunci cînd vremea rea nu permitea urmărirea reperelor de la sol, au deschis noi posibilități echipamentelor originale propuse de Ed. Link. De fapt, aceste echipamente deveneau din ce în ce mai complicate, reproducînd tot mai bine principalele fenomene proprii pilotajului avioanelor, căpătînd însușiri de simulatoare...

Micul dicționar englez, editat la Oxford, definește noțiunea de *simulare* ca activitatea sau practica de a simula cu intenția de a reproduce; cu aceeași ocazie, acest dicționar folosește, pentru a explica mai bine acest termen, noțiunile de imitare, reproducere... Adevărul este că oricare om care a petrecut un timp oricît de scurt într-unul din simulatoarele de zbor, capabil să efectueze mișcări în toate cele șase grade de libertate, echipat cu calculatoare capabile la rîndul lor să reproducă la comandă imagini chiar tridimensionale, precum și fenomenele ce însoțesc zborul unui aparat real, se poate convinge de perfecțiunea la care au ajuns simulatoarele!

În anul 1971 existau peste 180 de simulatoare folosite de companiile aeriene, din care 82 de bucăți erau construite în Marea Britanie, unde se găsesc două („Redifon Group“ și „Link Miles“) din cele patru mari firme constructoare de asemenea echipamente din lume; aceste firme au construit simulatoare pentru antrenarea personalului navigant destinat aparatelor DC-10“, „BAC One-Eleven“, „C-130 Hercules“, „F4F Phantom“, „BAC Harrier“,

¹ Institutul de aviație din București construiește simulatoare moderne pentru avioane și elicoptere cu reacție.

elicopterul „Sea King“ etc. Opinia comandantului englez de aeronavă Gillman era, încă de pe atunci, că simulatoarele prezintă următoarele categorii de avantaje: a/ verificări de calitate anterior zborului; b/ verificarea condițiilor în care are loc antrenamentul de zbor; c/ intensificarea antrenamentului de ajutorare a elevului; d/ un factor de risc foarte redus; e/ reducerea costului antrenamentului etc. Și totuși, în perioada 1950—1970 costul simulatoarelor de zbor a crescut de circa șase ori! La un simpozion al „Societății aeronautice regale britanice“, H.G. Bellm, de la „Departamentul aeronautic britanic“ (BOAC), a declarat: „... simulatoarele obișnuite reprezintă o investiție apreciabilă și aceasta conduce la necesitatea de a li se da o utilizare intensivă pentru a se putea realiza o bună eficiență a costurilor de investiție; dacă pînă la această dată ele au fost utilizate 12—14 ore zilnic, timp de cinci zile pe săptămînă, de acum va fi necesar să fie folosite 16—20 de ore zilnic și anume 6—7 zile pe săptămînă! Doar în acest fel se poate justifica investiția cerută pentru achiziționarea de asemenea echipamente...“.

Ca urmare, este bine ca simulatoarele să fie folosite doar după ce elevii s-au familiarizat cu cabina și aparatura aferentă acesteia, pentru tipul de aeronavă la care vor folosi simulatorul. Evident, simulatoarele pot avea complexități deosebite; de exemplu „Redifon 101“ permite acomodarea cu diverse sisteme de zbor de pe diferite tipuri de aeronave; simulatoarele trebuie să-și mențină valabilitatea ca simulare a diverselor operații la nivelul cerut de standardele și reglementările din aviație, valabile la un anumit moment.

Actualele simulatoare de zbor oferă în mod obișnuit nu numai panourile integrate cu aparatura de bord, dar și un sistem de asigurare a mișcărilor cu șase grade de libertate, un ansamblu de reproducere a exteriorului folosind în acest scop sisteme de televiziune color și un post de conducere/comandă pentru instructor, dotat cu un ansamblu de căi de comunicație directe atît cu elevul sau subiectul care se antrenează, cît și cu sistemele care concură la „formarea“ de cazuri, evenimente, defecțiuni etc., într-un cuvînt pentru introducerea de situații deosebite în programul obișnuit de antrenament...

Ca urmare a unor critici asupra simulatoarelor, formulate de utilizatorii din Statele Unite, specialiștii de la „Aerospace Medical Research Laboratories“, „Federal Aviation Administration“, „United Airlines“ și „Airline Pilot Association“ (Laboratoarele de cercetări medicale aerospațiale, Departamentul federal al aviației, compania United Airlines și Asociația piloților comerciali) au for-

mulat un raport/studiu asupra utilizării simulatoarelor. Cu această ocazie s-a evidențiat că aceste echipamente, oricât de complexe ar fi, *nu* pot ajuta la învățarea comportării personalului navigant în multe din cazurile care pot să apară sau chiar se produc în zbor... S-au dat exemple printre care navigația în caz de vînt sub formă de rafale transversale, aterizări/decolări cu puterea disponibilă la motoare redusă etc.

Dintre factorii negativi care afectează buna utilizare a simulatoarelor au mai fost menționați: răspunsuri neadecvate la unele manevre incorecte; neajunsuri ale sistemelor de asigurare a simulării mișcărilor; fiabilitate redusă și neconsistența unor funcționări; reprezentări vizuale uneori nepotrivite; imposibilitatea de a se reproduce stresul provocat în timpul zborului de factori ca prezența traficului aerian intens și a consecințelor catastrofale ce ar rezulta în cazul cînd s-ar face o eroare de pilotaj! Ulterior s-a ajuns la concluzia că trebuie mărită fidelitatea fizică a simulatorului pentru a se asigura o fidelitate psihologică în procesul de antrenament... Dr. Gerathewohl, de la „Federal Aviation Administration“, a prezentat într-o comunicare (FAA Report AM 69-24) contribuția ce revine în acest sens reprezentărilor vizuale, controlului senzațiilor, iluziilor mișcării și reproducerii factorilor de ambianță și mediu înconjurător, mai ales că identitatea fizică în simulare nu este totdeauna singurul argument pentru acceptarea la folosire a unui simulator...

Oricum, rostul și rolul simulatoarelor în tehnica aerospațială a crescut și se va amplifica în continuare, în calitatea sa de mijloc de neînlocuit pentru familiarizarea și menținerea antrenamentului de zbor; în știința comportamentală, aceasta poartă denumirea de fenomen al „transferului de pregătire“. Aici apar trei aspecte distincte: a/ orice lucru, fenomen, activitate etc. care poate fi învățată, poate fi și transferat(ă) dintr-o situație în alta, deci defecțiunile simulatorului nu rezultă neapărat dintr-o cunoaștere insuficientă, ci și dintr-o atitudine de neîncredere față de acest aparat; b/ eficiența folosirii simulatorului în procesul de instruire este influențată și de atitudinea instructorului față de acest dispozitiv; c/ să nu existe discrepanțe sau conflicte între respectarea standardelor impuse instructorilor de zbor și cele proprii instructorului de simulator!

Pot fi menționate, rezumativ, următoarele 12 avantaje specifice simulatoarelor aerospațiale: instructorul poate organiza planul optim de antrenare individuală; el își poate dedica tot timpul procesului de instructare; el poate acorda mai multă atenție

aspectelor psihice și fizice aferente motivărilor date de subiecții antrenați pentru modul cum se antrenează; misiunea poate fi secvențializată și detaliată pentru asigurarea unei maxime eficiențe; progresul în învățare a subiecților antrenați se obține foarte avantajos; se pot face repetări și reluări ale cazurilor studiate de oricîte ori este necesar; erorile pot fi detectate și corectate atunci cînd ele apar sau sînt introduse în programul dirijat de instructor; deprinderile necorespunzătoare sau răspunsurile necorecte pot fi descoperite din timp și corectate eficient; folosirea integrală a perioadei de instruire pentru asigurarea de performanțe ridicate; instructorul își poate folosi timpul disponibil pentru a pregăti probleme destinate a fi soluționate „practic“ de elevi; se poate dezvolta o inițiativă proprie celor antrenați; rezultă totdeauna timp disponibil pentru critica acțiunilor și analiza modului în care s-au rezolvat problemele date de instructor sau care au apărut la instruirea în simulator.

Aceasta este, pînă la un punct, situația organizării, folosirii și dezvoltărilor proprii simulatoarelor cu utilizare în tehnica aeronautică; problema se complică în cazul conceperii și finalizării de simulatoare destinate pregătirii cosmonauților și a celor care se antrenează pentru conducerea unui zbor cosmic cu echipaj uman la bord. Este aici cazul să fie citat Dumitru Prunariu care, în volumul citat anterior afirma următoarele, privind deosebirile categorice dintre zborul în atmosferă și cel din Cosmos: „... Fiecare zbor cosmic este un zbor de încercare a navei, a sistemelor ei, a manevrabilității ei. Nava cosmică execută *primul* ei zbor și de cele mai multe ori cosmonautul se află pentru *prima* oară în Cosmos. Iar cei care au zburat de două ori mi-au mărturisit că cel de-al doilea zbor n-a cam semănat deloc cu primul și că pentru pregătirea lui au luat totul de la început. Nava cosmică... ajunge să fie cunoscută în totalitate în unicul ei zbor... În cosmonautică nu pot exista două zboruri la fel... Principiile care stau la baza pilotării navelor cosmice, comenzile și numărul lor sînt total diferite de cele care stau la baza pilotării avioanelor“.

Iată numai cîteva din principiile care trebuie avute în vedere la abordarea problemei simulării zborurilor cosmice; atunci cînd se analizează, chiar pornind de pe o bază de cunoaștere limitată, problemele ce revin zborurilor cosmice, sarcinile procesului de simulare devin atît de ample încît pot depăși chiar imaginabilul, însăși actualele contribuții de vîrf ale științei și tehnicii contemporane în domeniul electronicii, computerelor, teletransmiterii și altor componente de „hardware“ (echipamente)... Problema a fost

de la început îngreunată de faptul că nu se ştia aproape nimic despre felul cum trebuia asigurată cunoaşterea şi orientarea psihologică cerute pentru supravieţuire în Cosmos...

Reluînd, într-un anumit fel, o idee care a fost magistral redată într-un relativ recent serial ştiinţific pentru TV susţinut de astronomul american Carl Sagan şi imaginîndu-ne că am putea condensa într-o zi întreaga istorie a omenirii, se ajunge la rezultate surprinzătoare: pînă la orele 23 şi jumătate, omul nu a reuşit să facă mai... nimic, în schimb primele vestigii ale vechilor civilizaţii „apar“ abia la orele 23 şi 40 minute! Şapte minute mai tîrziu apar literatura, ştiinţa şi filozofia din Grecia antică! La orele 24 fără un minut Roger Bacon (1214—1294) scrie acel faimos tratat intitulat *Advancement of Learning* (Progresele cunoaşterii), iar cu o jumătate de minut înainte de orele 24 omul a început să „pună la lucru“ energia dezvoltată de maşina cu aburil... De atunci, tot ce a mai realizat umanitatea poate fi condensat în ultimele 30 de secunde de istorie...

În aceste condiţii se poate aprecia mai bine rolul ce revine simulării în pregătirea zborurilor omului în Cosmos. Desigur, pregătirea cosmonauţilor diferă de cea a piloţilor, aşa cum şi zborul cosmic diferă fundamental de zborul atmosferic; hărţile devin de prisos în spaţiu, iar termeni consacraţi în navigaţia aeriană apar complet inutilizabili în cea spaţială... Viteza indicată, anvelopa de zbor, viteza faţă de sol, viteza ascensională etc. sînt noţiuni înlocuite de termenii: viteză orbitală, mişcare relativă, acceleraţie de start sau de apropiere etc. Au apărut totodată unele întrebări la care răspunsul poate introduce confuzii: de exemplu, noţiunile de „sus“ sau „jos“; de asemenea, pentru precizarea poziţiei unui mobil în spaţiu, trebuie folosit un program de calculator, căci aceste calcule implică utilizarea de mărimi ale latitudinilor şi longitudinilor... galactice (!), iar poziţia respectivului mobil trebuie stabilită cu o precizie care uneori depăşeşte imaginaţia matematicianului şi chiar a astronomului!... Iată un exemplu: o eroare de circa 16 m la părăsirea orbitei circumterestre pentru intrarea pe o traiectorie interplanetară, de exemplu spre planeta Marte, poate provoca o abatere a vehiculului Pămînt-Marte atît de mare încît acesta să treacă pe lângă ţintă (acum aceasta fiind „planeta roşie“) la... 80 000 km!

Se pune întrebarea: cît de mult diferă mecanica zborului spaţial de tehnica zborului atmosferic? Se ştie că navele cosmice folosesc motoare rachetă, spre deosebire de aeronave care evoluează în

oceanul aerian folosind geniala întrepătrundere dintre fenomenul aerodinamic al sustentăţiei şi procesul propulsiei dat de motoare, care au nevoie de aerul atmosferic pentru a funcţiona; de asemenea, pilotul „simte“ reacţia mediului în care evoluează aparatul pe care îl conduce, după eforturile exercitate de aerul în mişcare relativă pe suprafeţele de comandă ale aparatului pe care-l pilotează, pe cînd în spaţiu aşa ceva nu există; aici, pentru a modifica direcţia de evoluţie a unui vehicul spaţial trebuie pornite, la momentul potrivit şi doar atunci cînd întregul vehicul spaţial are o „atitudine“ corespunzătoare faţă de repere fixe cum ar fi astrele, micro-motoare-rachetă. Problema se complică de mai multe ori atunci cînd se pun cerinţe de întîlnire a două aparate spaţiale sau/şi de cuplare a acestora. Sînt foarte greu de apreciat cu precizie viteza şi direcţia în orice moment, iar orice greşeală în buna şi corecta apreciere a condiţiilor de apropiere dintre cele două vehicule spaţiale devine extrem de periculoasă, putînd provoca dezastruosul fenomen al ciocnirii celor două mobile, care evoluează cu peste 28 000 km/oră!

Un punct oarecum aparte îl constituie pilotarea navetelor spaţiale: ele sînt oarecum independente de instalaţiile de la sol, această originală autonomie care deosebeşte fundamental navele cosmice, să le spunem „clasice“, de navetă, rezultînd din formidabila dotare electronică de care dispune aceasta din urmă: cinci ordinatoarele deosebit de puternice, capabile să stocheze în memoriile lor peste două milioane de cuvinte, ceea ce echivalează cu o ade-vărată sală de comandă/control adusă pe orbită...

Totuşi, chiar în cazul navetei spaţiale, pilotajul unui aparat spaţial se deosebeşte fundamental de cel al unui avion, aşa cum de altfel s-a mai subliniat anterior; niciodată în cazul vehiculelor spaţiale nu se mai poate „face un tur de pistă“ spre a se corecta sau relua o manevră imperfectă; mai mult, atunci cînd se manevrează, iar această situaţie se petrece totdeauna cînd se doreşte apropierea sau cuplarea unor aparate spaţiale pilotate, totul are loc în condiţiile acelei viteze de peste 28 000 km/oră, în timp ce vitezele de apropiere/depărtare sînt de ordinul zecilor de centimetri într-un interval de o secundă! Iar totul are loc la altitudini de 300—500 km...!

Problemele unui pilot spaţial sînt aproape de neînţeles pentru un profan deoarece deşi calculatoarele sînt capabile să evite manevre greşite, totul se petrece cu precizii demne de lucrul în laborator, în timp ce vehiculele manevrate evoluează cu viteze şi la altitudini cosmice... Pentru ca omul, cel care programează şi de-

clanșează fenomenalele calcule efectuate de prodigioase computere, să stăpânească această tehnică demnă de pătrunderea umanității în cel de-al treilea mileniu, el trebuie să se obișnuiască cu aceste situații „extraterestre“ încă de pe sol, prin lucrul în simulatoare.

Complicațiile nu se opresc însă aici: trebuie apreciate distanțe stelare, folosind în acest scop aparate radioastronomice, cuplate cu sisteme giroscopice totul fiind inclus în aparatura de navigație astrală; deci, cel care se pregătește spre a lua loc într-un vehicul cosmic, trebuie să fie dirijat pentru a cunoaște și a utiliza competent toate aceste utilaje, spre a putea zbura fără pericol în spațiu, atît el cît și ceilalți membri ai echipajului. Avînd aceste informații rezultă mai clar și mai aproape de înțelegerea noastră, a pămîntenilor, cît de complicat devine un antrenament util pentru pregătirea zborului orbital. În Statele Unite au fost organizate centre de antrenament complex pentru astronauți: la „Kennedy Space Flight Center“ (Centrul pentru zboruri spațiale) de la Cape Canaveral, la „Johnson Space Flight Center“ (Centrul de zboruri spațiale Johnson) de la Houston și la „Aerospace Research Pilot's School“ (Școala de piloți pentru cercetări aerospațiale) de la „Air Force Base Edwards“ (Baza forțelor aeriene militare Edwards) din California; ele au fost organizate pornind de la concepția că simularea evoluției diferitelor tipuri de aparate spațiale pilotate este o cerință de bază în pregătirea respectivelor misiuni cosmice. De asemenea, în Orașelul stelar de lângă Moscova precum și la cosmodromul Baikonur, în complexul spațial din orașelul Leningrad, există o formidabilă bază de simulare și pregătire a cosmonauților care fac parte din programele „Soiuz-Saliut“, bază care a fost mult apreciată de echipajele mixte sovieto-americane cu ocazia zborului comun „Soiuz-Apollo“ din anul 1975.

Iată opinia cunoscutului astronaut Alan Shepard jr., prezentată în comunicarea susținută în 1964 la Institutul Smithsonian și intitulată „Training thru Simulation“ (Antrenament prin simulare):

„Etapa I — Implicarea directă a astronauților încă de la proiectarea vehiculului spațial prin familiarizarea cu concepția acestui aparat, cu opiniile proiectantului;

Etapa a II-a — Familiarizarea prin tehnica simulatorului cu sistemele proprii aparatelor spațiale, chiar din perioada instalării lor pe nava cosmică, inclusiv cu antrenamentul corespunzător pentru a le putea folosi corect și adecuat misiunii;

Etapa a III-a — Folosirea de simulatoare pentru familiarizarea și însușirea manevrelor cerute de corecta parcurgere pe etape a misiunii spațiale în ansamblu.“

Ultimele două etape evidențiază că tehnica simulării, în special instalațiile cunoscute sub numele generic de „hardware“, sînt complexe și cu o înaltă specializare; simulatoarele destinate unui program spațial complex cum ar fi programul „Apollo“ sau „Saliut-Soiuz“, ori „Skylab“, se compun din simulatoare cu destinații limitate, așa-numitele „simulatoare de etapă parțială“ sau „simulatoare de mediu (ambianță)“, precum și din simulatoare pentru întregul program, sau cum mai sînt denumite, „simulatoare de misiune integrată“...

În ansamblul pregătirii cosmonauților participanți la asemenea programe au existat inițial păreri care susțineau începerea antrenamentului fie cu simulatoare din prima categorie, fie cu cele din cea de-a doua grupă. Pentru a se da un răspuns la această întrebare (care, într-un fel, își poate menține valabilitatea și în prezent, după peste două decenii de la zborul primului pămîntean pe o orbită circumterestră), va fi prezentată concepția de simulare a zborului spațial adoptată de specialiștii de la „Edwards Space Flight Trainer“ (Trenajorul de zbor spațial de la Edwards); aceștia au înțeles importanța sistemului de vizualizare: atît cît permite tehnologia modernă, se pot reproduce majoritatea aspectelor vizuale aferente zborului spațial spre a dota platforma experimentală cu mijloacele optice destinate asigurării cerințelor puse de reproducerea fenomenelor de întîlnire în Cosmos sau de cuplare pe orbită. De asemenea, la acest centru a fost utilizat un sistem optic cu lentilă de circa 300 mm, interfațat cu un sistem de televiziune în circuit închis, ansamblu destinat introducerii de imagini și reproduceri vizuale apte să asigure modificarea continuă a perspectivei ca element de bază în reproducerea evolutivă a manevrei de cuplare cosmică.

Fără îndoială, aceste „date optice de lucru nemijlocit“ sînt efectuate pe fondul proiectării de filme sau a unor reprezentări optice care să reproducă cîmpul stelar, Soarele, Luna, Terra văzută din Cosmos și chiar evoluția norilor în atmosfera terestră! Aici, la centrul de la Edwards, există unul din puținele simulatoare care folosește un sistem mobil; deși considerațiile de proiectare nu se cunosc, se pare totuși că acest simulator a fost destinat inițial pentru evaluarea și testarea sistemelor mecanice capabile să concure la efectuarea manevrelor de întîlnire și cuplare spațială

(micromotoare rachetă destinate manevrelor și asigurării poziției, atitudinii, apropierii etc.), iar asemenea sarcini trebuie reproduse, testate și verificate de nenumărate ori în cadrul unui program de pregătire a unui zbor spațial.

ȘI TEHNICA SPAȚIALĂ SE BAZEAZĂ TOT PE CALCULATOARE!

Problemele cele mai dificile în domeniul simulatoarelor spațiale, cel puțin până la finele deceniului '70, au fost puse de pregătirea personalului de zbor aferent programului „Apollo”. Traseul de aproape 800 000 km a fost secvențializat în 39 de etape majore în care s-au folosit două vehicule spațiale autonome, dar interconținuate tehnic, totul coordonat printr-o amplă rețea terestră de telecomunicații, care s-a extins la ansamblul întregii planete... Pentru a se reproduce totul la scară, pentru a se simula, la Houston au fost construite laboratoarele din „Blocul 5”, care conțin simulatoarele pentru: a) destinații speciale, b) etape și c) misiune integrată; acestea au primit misiunea de a asigura pregătirea echipajelor programului „Apollo” pentru a folosi cabinele modulului de comandă și modulului lunar. Impresia vizuală pe care o lasă aceste simulatoare celui care le-a vizitat este că ating o foarte avansată sofisticare, mai ales suprastructura de 40 t a simulatorului pentru modulul de comandă al navei „Apollo”, care conține patru calculatoare de mare capacitate. Pentru corelarea cu simulatorul modulului lunar au fost utilizate trei calculatoare similare; ca urmare, au fost necesare 7 asemenea computere de mare capacitate pentru a asigura stocarea datelor aferente simulării activităților de zbor, propulsie, navigație etc. destinate modelelor construite pentru toate fazele zborului spre și de la Lună, inclusiv aterizarea/decolarea de pe Lună precum și manevrele de cuplare/decuplare pe orbitele terestră și selenară... Ca urmare au fost realizate 198 de modele matematice, 124 de programe-mamut pentru care a trebuit să fie folosite memorii de aproximativ 300 000 de cuvinte! Dacă ar trebui ca cineva să descompună acestea în elemente de bază ar ajunge la valori de ordinul a 5,5 milioane de biți!...

Sistemele de calculatoare numerice pentru folosire în cadrul simulatoarelor provin fie din cele cu utilizare generală, fie sunt concepute în mod special pentru a soluționa probleme din tehnica simulării; ordinatoarele se clasifică după natura memoriei folosite: a) cu acces aleatoriu (memorie centrală magnetică); b) cu acces secvențial (memorie pe disc magnetic). Computerele cu destinații generale folosesc o memorie centrală pentru stocarea programelor principalelor activități (mastere) și a datelor asociate acestora; pot fi obținute, deci, date și informații de la oricare din memoriile sistemului utilizând metoda bazei nesecvențiale. Posedind o mare versatilitate, sistemele generale sunt ușor adaptabile altor cerințe atunci când nu sunt folosite pentru problemele de simulare dinamică, fiind totodată adaptabile la cele mai utilizate limbaje ca *Fortran* ori *Cobol*. Ca o deficiență, calculatoarele de tip general folosesc cea mai mare parte a capacităților pentru a îndeplini cerințele simulatorului în ceea ce privește mișcările cu foarte înaltă specializare.

Deci, nu numai că prețul variantei de bază este ridicat, dar programele cerute pentru a-l face compatibil cu cerințele simulatorului constituie o problemă vastă și costisitoare, care oricum implică folosirea de programatori profesioniști specializați în conceperea de programe adecvate concepției în care a fost realizat respectivul simulator.

Ordinatoarele special concepute pentru a fi folosite în simulatoare utilizează de regulă memorii cu discuri magnetice, după cum programele de control sunt realizate secvențial ca o funcție de rotația discului.

Calculatoarele simulatoarelor sacrifică de regulă versatilitatea în favoarea unei eficiențe ridicate, reducerii complexității interfațării și a proiectării sistemelor de programe, avantaje care permit proiectanților de sistem să-și conceapă propriile lor programe operaționale! Este o regulă cunoscută în tehnica ordinatoarelor că mărimea și viteza calculatorului pot fi definite prin amploarea și complexitatea problemelor care pot fi puse!

Calculatorul pentru simulator trebuie să dispună de un potențial de dezvoltare, de ex., capabilitatea de a i se adăuga o memorie suplimentară precum și dispozitive adiționale pentru intrare/ieșire destinate interfațării sau legăturilor. Precizia este o cerință de bază, fiind de regulă, determinată prin lungimea cuvintului digitalizat, deoarece aceasta definește limitele de mărime ale calculelor matematice; de asemenea, de regulă se folosesc limite de la 10 la 20 biți pentru un cuvânt!

De noțiunea de precizie este legată și aceea de viteză, ambele fiind de bază în tehnica simulării. Legătura dintre cele două noțiuni poate fi demonstrată prin vizualizarea rezultatelor integrărilor succesive în calitate de încercări consecutive ale calculatorului în sensul urmăririi curbelor proprii diferitelor modele matematice, care, în ansamblu, pot defini anvelopa de zbor a unui vehicul aerospațial de tipul navei. Viteze ridicate de calcul și uneori și de memorizare sînt necesare pentru cele mai frecvente integrări (calculul iterativ al ecuațiilor zborului), și adesea poate deveni mai operativ să se livreze direct simulatorului rezultate de ieșire din calculator... Se consideră atît viteza de control a memoriei în secvenționalizarea programului-master, cît și viteza din cerințele de calcul inițiate de programele operaționale.

Un caz de testare pentru simularea zborului unui vehicul aerospațial implică circa 25 000 de instrucțiuni, fiecare incluzînd de la 1 la 20 de cicluri; la un ritm de 12 repetiții/ciclu rezultă o capacitate de memorare de 300 000 instrucțiuni pe secundă! Dacă se consideră că timpul alocat pentru o instrucțiune este în jurul a 3 microsecunde, aceasta revine la 900 000 microsecunde pentru toate subrutinele. Se folosesc, de regulă, memorii cu benzi magnetice, care conțin subrutinele și permit ca la simulator să funcționeze procedura cunoscută sub denumirea de „play-back” (suprapunerea a două sau mai multe înregistrări efectuate în timpi reali diferiți).

Desigur, simularea integrală conținînd și simulări de detaliu pe etape, pentru cazul unui program de talia programului „Apollo”, care a implicat premiera absolută a coborîrii pentru prima dată a unui pămîntean pe satelitul natural al Terrei, a cerut în mod justificat un asemenea efort de inteligență, incluzînd cele mai noi cuceriri din electronică, automatică, cibernetică, matematici aplicate, electrotehnică, mecanică fină etc. De fapt, la această „zestre” tehnico-științifică ar trebui adăugate și cele peste 120 de luni pregătitoare, în care numeroase misiuni spațiale de tipul „Mercury” și „Gemini”, cu cele peste 100 000 de ore petrecute în simulatoare, au constituit acei pași pregătitori de mare valoare pentru cunoașterea pericolelor Cosmosului, atît asupra oamenilor, dar mai ales asupra mașinilor destinate să-i transporte pe temerarii „călători cosmici” pe traseele care au culminat cu strălucitul drum spre Selenă!...

Simularea condițiilor de mediu a prevăzut familiarizarea oamenilor spațiului cu neobișnutele condiții ale Cosmosului; aici își

au locul „diabolicele” centrifuge, menite să simuleze și să mențină antrenamentul la suportarea acelor g -uri cu care cosmonauții se întîlnesc la startul și revenirea din misiunea spațială respectivă... Tot aici pot fi incluse și avioanele-laborator care, parcurgînd traiectorii kepleriene, reproduc, este adevărat pentru puține secunde, situația total neobișnuită a imponderabilității. Simulatoarele de etapă parțială au jucat — și încă mai joacă — un rol de bază atît în testarea echipamentelor, cît și a îmbrăcămînții cosmonauților, la fel ca și pentru verificarea manevrelor aferente etapei de revenire din Cosmos; în acest scop a trebuit imaginat și realizat un simulator în care asupra cosmonautului să fie reproduse mișcări în spațiul tridimensional. Mai mult, în concordanță cu aceste mișcări, un computer era programat să provoace pe aparatura și pe ecranele din cabina simulatorului apariția de valori și indicații în deplină concordanță cu mișcările (viteze, accelerații etc.) simulate; în plus, pentru asigurarea unei cît mai apropiate de „realitate” condiții, totul era reglat să se producă cu secvențe în timp real pe fondul prezentării simulate a mediului exterior aparatului aerospațial simulat.

Despre trenajorul destinat simulării cuplării în Cosmos, se poate afirma că a fost o „bijuterie cosmică” capabilă să depășească ca precizie și finețe cele mai reușite realizări întîlnite la opera marelui Walt Disney; în adevăr, dacă ținem seama că realizările tehnice de la „Disneyland” îi impresionează nu numai pe copii, dar și pe maturi¹, trebuie să se aprecieze cu încredere această afirmație... Într-o încăpere, avînd dimensiunile unui teren de fotbal, modelul cabinei cosmice „Apollo” se deplasează pe lagăre „unse” cu aer către obiectul destinat simulării operației de „rendez-vous”! Desigur, acest simulator implică corectitudine în simularea mișcărilor doar pentru cazul condițiilor de gravitate terestră, dar senzația de a fi totuși în Cosmos era asigurată prin proiectarea pe ecrane imense a cerului nocturn, cu mișcările stelelor, ale celorlalte astre etc.

Unul din cele mai valoroase echipamente a fost constituit de simulatorul pentru coborîrea pe Lună în condițiile de zbor liber;

¹ Cu ocazia unui congres de astronautică la care a fost prezent, autorul a vizitat majoritatea atracțiilor incluse în „Disneyland”, făcînd cunoștință cu mijloace de simulare a unor operațiuni tehnice, dar mai ales ale „ființelor” (păpuși mecanice!) care fac deliciul micilor vizitatori; toate acestea au fost posibile datorită unor automate cu o perfectă sincronizare și excelentă fiabilitate.

acest „fotoliu zburător“¹ realizat de divizia „Textron“ a firmei „Bell Aerosystems Co.“ din orașul Buffalo (statul New York), dotat cu motor reactiv central cu jetul dirijat către sol, reușea să „anuleze“ 5/6 din forța de atracție terestră, reproducind (oarecum) astfel condițiile existente pe Selenă!... Pe picioarele acestei platforme volante erau montate rachete-vernier adiționale (micro-rachete), capabile să asigure exersarea de manevre similare celor pe care urma să le efectueze *Modulul lunar* pentru obținerea unei aterizări corecte pe suprafața selenară.

Desigur, la dimensiunile cerute de amploarea programului, „simulatorul de misiune integrată“ urma să asigure corelarea și compactizarea tuturor etapelor, cuprinzând deci simulatoarele pentru cabina de comandă și cea selenară, dotate cu sisteme optice aferente și înconjurată de încăperile destinate computerelor, inclusiv celor două uriașe console de comandă. De remarcat că acest complex al simulatorului de misiune integrată nu a servit doar echipajelor de astronauți, ci și echipelor de la sol, precum și celor conduse de directorii de zbor.

Simulatoarele, reducând riscul aventurii spațiale, permit „aducerea Cosmosului pe Pământ“ și obișnuirea viitorilor „oameni ai Cosmosului“ cu „secretele“ lui!

De fapt, computerele ajută orice misiune spațială nu numai prin antrenarea echipajelor — activitate nemijlocită și, evident, de maximă importanță —, dar și prin pregătirea detaliilor misiunii care sînt simulate prin programe de calculator; un exemplu ar fi concludent: știut fiind faptul că lipsa de combustibili în motoarele oricărui vector spațial și, mai ales, pentru motoarele destinate echipării aparatelor spațiale pilotate, are consecințe dezastruoase, iar excesul de asemenea propergoli implică consumurile energetice numite „de risipă“, se construiesc modele matematice ale parcurgerii oricărei traiectorii, modele care sînt reintroduse în calculator de sute și chiar mii de ori, modelîndu-se evoluția pe traiectorie (din punct de vedere matematic). Se și spunea că echipele de matematicieni și programatori conduși de John P. Mayer, șeful secției de planificare a misiunii Pământ-Lună de la Houston în perioada pregătirii zborului „Apollo 11“, „au zburat“ de sute de ori spre Lună, pe imaginările traiectorii parcurse cu ajutorul computerelor... În acest caz se utilizează așa-numitele programe de tip „Monte Carlo“, ele conținînd datele necesare pentru parcurgerea citorva

¹ A nu se confunda cu MMU (v. cap. 5) destinat ieșirilor din naveta spațială.

mii de traiectorii matematice posibile a fi urmate pe traseul de la Pământ la Lună... de la cele mai nefavorabile pînă la cele optime...“, deoarece numai prin analiza acestor posibilități, introducînd cît mai multe variante pentru parametrii avuți în vedere, s-a putut alege traiectoria optimă pentru asigurarea succesului misiunii!

Să revenim la calculatoarele utilizate pentru echipamentele cuprinse în acel gigant de 40 t, înalt de 9 m, confecționat din metal vopsit într-o semnificativă culoare maronie asemănătoare neprietenosului sol selenar, pe care în curînd urmau să-și lase amprentele primii selenauți, Armstrong și Aldrin, astronauți din programul „Apollo“... Conturat cu unghiuri stranii pentru a acoperi numeroasele camere TV, cele cinci tone de oglinzi și lentile, precum și sutele de „rack“-uri cuprinzînd cea mai fiabilă electronică terestră, totul a fost subordonat ideii de a se reproduce zgomotele și imaginile, manevrele și defecțiunile misiunilor cuprinse în programul numit „Omul pe Lună“! În interiorul acestui „monstru“ al electronicii și ciberneticii moderne, era amplasată o replică identică a interiorului cabinei „Apollo“, numită în termenii acestui program „Modulul de comandă“, cuprinzînd toate, dar absolut toate, aparatele, comutatoarele, ecranele, comenzile și display-urile care dotau cabina de comandă a celei mai sofisticate nave cosmice americane pe atunci...

În fiecare săptămînă, zilnic, cîte opt ore, membrii programului „Apollo“, echipajele principale, cît și cel de rezervă, foloseau simulatorul, în timp ce instructorii manevrau cele patru computere care serveau simulatorul, repetînd de nenumărate ori manevrele primelor 2 minute de zbor. Așa au fost parcurse etapele de decolare, intrare succesivă în funcțiune a motoarelor, desprinderile treptelor reactive și toate celelalte 39 principale etape ale acestei complexe misiuni; de asemenea, au fost testate de mii de ori reflexele membrilor echipajului față de situațiile neprevăzute ce ar putea apare în fiecare etapă a misiunii, deoarece cele patru calculatoare dispuneau de programe capabile să provoace, bineînțeles la comenzile instructorilor, nu mai puțin de 1 700 de defecțiuni! De remarcat că în această impresionantă galerie de defecțiuni și sau situații-limită, erau incluse și defecțiunile pe care cei de la Centrul de la Houston le provocau — de la consolele lor — conducătorilor de zbor, recrutați, de obicei, din astronauții cu multă experiență, dublați de specialiștii de misiune...

De fapt, una din cele mai autorizate persoane în acest domeniu, dr. Riley D. McCafferty, directorul pentru simulatoare de la

Houston afirma că „...treaba instructorilor era și de a studia astronautii din acel program, de a vedea unde sint aceștia bine pregătiți, unde sint «tari» și unde nu, unde sint «slabi», pentru a stabili care din procedurile și metodologiile misiunii le sint accesibile și care nu...!” Iată, aici este un alt scop al simulatoarelor și, mai ales, al dotării acestora cu calculatoare din cele mai puternice, capabile să reproducă chiar și compatibilități din cadrul sistemului „om-mașină” de care se amintise la un paragraf anterior...

Calculatoarele aferente „simulatorului de misiune integrată”, în cazul misiunii „Apollo”, spre exemplu, au permis ca fiecare dintre astronautii și conducătorii de zbor (parțial) să petreacă circa 200 de ore săptăminal în „marele simulator (în ultima parte a perioadei de pregătire a zborului); aceste ore au fost parcurse atît la simulatoarele de la Houston, cît și la „Kennedy Space Flight Center”... Se are în vedere aici ansamblul de simulatoare, inclusiv acel imitator al modului lunar, pe care specialiștii îl numeau „fotoliul zburător”.

Astfel, echipajul a petrecut multe ore folosind computerul, care îi ajuta să înțeleagă și să învețe planul misiunii, așa-numitul calculator pentru control și navigație, utilizînd sistemele automate care reproduceau condițiile de vid și radiație solară etc. de pe solul selenar, experimentînd senzațiile imponderabilității în acel avion-laborator, „KC-130 Hercules”, pe care cei de la NASA îl utilaseră excelent în acest scop. De remarcat că ultimele zile înainte de zborului, echipajele fiecărei misiuni „Apollo”, — în special pentru „Apollo-11” — și-au consacrat întreaga perioadă de pregătire recapitulării instrucțiunilor de zbor și efectuînd doar cîteva verificări la simulatoarele computerizate.

În încheiere, apreciem că ar fi indicat să dăm și opiniile unor cosmonauți, cele mai autorizate persoane în acest domeniu; astfel, Dumitru Prunariu scria în lucrarea: *La 5 minute după Cosmos*: „În perioada pregătirii zborului, echipajele cosmice împreună cu personalul de dirijare efectuează un ciclu de antrenamente în care sint incluse toate stațiile de urmărire și mijloacele de transmisiuni. Programul de zbor se execută în timp real și nu odată sint simulate (ce ușcr e de spus ori de scris acest cuvînt și cît de complicate sint lucrurile în acele momente, dar alt cuvînt nu s-a găsit încă!) situațiile neprevăzute a căror apariție este posibilă atît la bord, cît și pe rețeaua atît de complicată a dirijării.”.

Privind rolul „oamenilor spațiului” în imensă „mașinărie” care o implică oricare zbor spațial cu echipaj, doresc să citez opinia

francezului Patrick Baudry (rezerva lui Jean-Loup Chrétien în zborul comun sovieto-francez din 1982): „...Mă gîndesc adesea dacă nu ar trebui să avem sentimentul că sintem niște angrenaje inevitabile, într-o amplă „mașinărie” care adesea ne depășește... Că noi nu prea am conta față de specialiștii care au construit nava, sau racheta și care sint adevărata „cheie” a activităților... Dar iată că descoperim că toată această „mașinărie” trece obligatoriu prin noi, că totul converge către noi... Această constatare ne provoacă un imens sentiment al responsabilității: nu avem dreptul să fim nepregătiți, să lăsăm lucrurile să treacă așa. Trebuie să fim la înălțimea celor care sint ei înșiși la valoarea maximă a capacităților lor, care sint cu adevărat „mari”...!”.

Un exemplu l-a dat Jean-Loup: înlocuirea cosmonautului Malișev cu Djanibekov a implicat reluarea antrenamentelor, în special la simulator, de la „zero”, ceea ce a condus la un efort neobișnuit pentru ceilalți membri ai echipajului; fiecare a primit aceasta în felul său: Jean-Loup zîbind, iar Ivancenkóv timid ca în fața camerelor de televiziune...

ACTIVITATEA PE ORBITĂ RĂMÎNE PROBLEMA Nr. 1!...

Una din probele care dau de gîndit candidaților la titlul de cosmonaut și care, de asemenea, este inclusă amplu în programul de antrenament al celor „aleși”, este testul la centrifugă; deși pe o durată de numai 3—5 minute o testare la 3g sau chiar 4g nu provoacă decît ceea ce se numește „o experiență fantastică” (!), probele serioase de la Brétigny, din „Cetatea stelară” sau de la Houston sînt de natură a pune la grea încercare chiar pe piloții aparatelor supersonice. Dar centrifuga are și alte scopuri, tot atît de științifice: preocupați de sporirea cît mai mare a vitezei rotorului centrifugei, specialiștii sovietici din orașul Gorki au stabilit introducerea, atît a rotorului, cît și a selectorilor într-o cameră blindată vidată în prealabil și avînd suspensie magnetică. Invenția, brevetată atît în S.U.A., cît și în R.F.G., nu a fost, evident, destinată antrenării „oamenilor spațiului”, ci pentru cercetătorii în biologie, care apreciază că pe această cale pot efectua cercetări pentru urmărirea desfășurării „întîme” a anumitor procese biologice.

(Buletin Novosti, 1984)

ÎN INTERIORUL CABINEI COSMICE

Unul dintre publiciștii de renume din Europa în abordarea aspectelor zborurilor spațiale, Georges Sourine, prezentînd într-una din lucrările sale aspecte mult timp subestimate ale „aventurii cosmice”, asemăna interiorul unei cabine cosmice, mai precis voiajul la bordul acesteia, cu petrecerea unei perioade de activitate într-unul din modernele submarine ale epocii contemporane. De fapt, el parafraza cuvintele medicului de la bordul faimosului submarin nuclear „Nautilus” care, revenind, în 1955, din voiajul efectuat în jurul lumii, declara că viața la bord nu ar diferi esențial de aceea de la bordul unei nave spațiale, deplasîndu-se însă într-un mediu lichid!...

Izolată de restul lumii într-un mediu închis și fiind efectiv singura speranță în caz de pericol, echipajul unui submarin nuclear, ca și al unei nave spațiale, trebuie să se mulțumească cu disponibilitățile mediului în care și-a construit microclimatul respectiv, precum și cu resursele disponibile la bord, așa cum au fost ele imaginate și efectiv organizate de savanții și specialiștii constructori... Desigur, o serie de diferențe există totuși: echipajul cabinei spațiale trebuie să țină seama de efectele imponderabilității, ale radiațiilor ionizate, de imperativul restrîngerii formidabile a spațiului disponibil și a surselor energetice, precum și de condițiile deosebite ale startului misiunii, total diferite în cele două cazuri... Fără a mai vorbi că echipajul poate, de regulă, aduce o astfel de navă avariata la suprafața apei, parcurgînd cîteva mii de metri, cu totul altfel fiind condițiile pentru cosmonauții aflați la bordul unei cabine cosmice în derivă la mii de kilometri de suprafața planetei natale!

Să ne reamintim că primele zboruri de nave cosmice cu om la bord au avut ca scop demonstrarea că omul poate trăi și lucra în Cosmos, activitatea desfășurîndu-se după un scenariu în care

condițiile pe etape erau de multe ori la limitele de suportabilitate pentru organismul uman. Dacă și aici au fost nenumărate incertitudini, tatonări și precauții, să ne reamintim, de asemenea, cîte semne de întrebare au avut specialiștii în cadrul programului de zboruri care aveau să asigure în final primii pași ai terrienilor pe un alt astru decît planeta natală... Zece ani și fonduri imense au trebuit pentru zborul omului pe Selena; atunci, cum vor evolua lucrurile în cazul misiunilor mai îndepărtate, de exemplu spre una din planetele vecine, fără a mai aminti de zborul spre alte sisteme solare?!...

Desigur, dacă la începutul „aventurii spațiale” nimeni nu putea pretinde confort unei cabine cosmice al cărui singur scop era asigurarea vieții omului din ea, cu timpul locuibilitatea și apoi confortul în navele cosmice au devenit teme majore pentru construcției navelor spațiale. Dacă Maxime Faget, proiectantul principal al cabinelor „Mercury”, ar fi fost judecat acum pentru soluțiile tehnice adoptate la structura și sistemele acestei cabine pentru un astronaut, pentru care a primit ulterior unul din premiile cele mai rare ale Academiei Internaționale de Astronautică, este puțin probabil că ar fi întrunit toate voturile juriului! Dar în eroica perioadă de pregătire a zborurilor lui Gagarin și Glenn, conceptul de supraviețuire prima în fața celui de confort, atît pentru cei care erau responsabili zborurilor spațiale cît, mai ales, pentru acei asupra cărora plana responsabilitatea reală a conceperii unor vehicule similare unor cabine din submarin, dar apte să-i ducă pe ocupanți pe terifiantele magistrale ale Cosmosului!...

În fond, ce trebuia înțeles prin termenul de locuibilitate? Este desigur, dificil să se dea o definiție completă, dar în cazul vehiculelor spațiale poate nu toate aspectele conceptului global trebuie avute în vedere; în orice caz, componentele fizice, fiziologice, psihice și sociale trebuie avute în vedere atît în mod particular, cît și în interdependența lor. Este de presupus că dintr-un bun început a apărut problema dacă cel care va zbura în spațiu *trebuie* să fie adaptat pătrunderii în Cosmos folosind un sistem particular de situații și condiții, sau locuința cosmică *temporară* să fie astfel adaptată încît subiectul uman să regăsească o ambianță comparabilă cu cea familiară pe Terra!

Rezolvarea acestei probleme, cel puțin la data actuală, nu este încă depășită; reproducerea la bordul unei cabine cosmice a tuturor condițiilor terestre este practic imposibilă, după cum dificultățile unui voiaj cosmic se fac (și se vor face și în continuare mult timp)

simțite, chiar în cele mai moderne nave sau laboratoare spațiale. Se poate vorbi, într-un anumit fel, că naveta spațială ar face excepție; anume, este bine cunoscut faptul că toți cosmonauții, indiferent din ce țară provin, cunosc la perfecție materialul pe care trebuie să-l utilizeze, fie că este vorba de nava cosmică sau stația orbitală pe care se vor găsi în inospitalierul spațiu cosmic. Până nu de mult, chiar și NASA reținea pe piloții și specialiștii săi de misiune într-un fel de carantină de pregătire, câteva luni sau chiar numai câteva săptămâni înainte de zbor. Iată că acum lucrurile s-au modificat, cel puțin în ce-i privește pe piloții navei: aceștia petrec la cosmodrom doar trei-patru zile (zbor de antrenament la bordul unui avion-laborator de tip „Gulfstream II“, sedințe tehnice prealabile zborului), iar după încheierea respectivei misiuni, în chiar seara zilei aterizării revin în familie, în cetatea spațiului de la Houston!...

Locuibilitatea unei cabine spațiale apare, la modul cel mai general posibil, ca asigurare a unui echilibru între om (echipaj), mediul construit artificial și sistemele de la bord, bineînțeles ținând seama de misiunea spațială respectivă. Desigur, fiecare element trebuie luat în considerare, dar totodată se recomandă a nu se acorda unuia dintre aceștia o prioritate generală sau o importanță exagerată, altfel se poate compromite irevocabil acel alt de dorit și recomandat echilibru general... Este, evident, o sarcină delicată, dificilă, ca urmare a stresurilor la care omul este supus pe orbită de prezența *continuă* a acelor factori ai spațiului, care nu numai că nu-i sînt familiari, dar chiar îl afectează, limitele de toleranță nu sînt aproape niciodată similare, iar criteriile variind de la subiect sau antrenor la alt subiect, respectiv la alt antrenor, apar deseori ca discutabile.

Această stare de lucruri poate fi explicată prin mai multe considerente, între care și următoarele, evidențiate în lucrările specialistului francez J.F. Kubis, parte din ele realizate sub egida UNESCO și publicate înainte de coborîrea omului pe Lună, precum și în lucrările grupului de la NASA condus de H.L. Loats:

- evitarea, în măsura posibilului, a orice fel de riscuri, atenuîndu-se în același timp efectele factorilor externi defavorabili, în care se includ vidul, pericolul micrometeoritic, radiațiile ionizante, starea de imponderabilitate (de fapt urmările acesteia);

- pregătirea și furnizarea optimă către membrii echipajului spațial a tuturor celor necesare vieții și activității la bordul vehiculului spațial respectiv (apă, alimente, lumină, oxigen etc.);

- eliminarea dejecțiilor solide, lichide și gazoase rezultate din metabolismul uman (circa 400 substanțe chimice!), ca și a noxelor produse de aparatura de la bord;

- asigurarea condițiilor pentru echipajul spațial de a se deplasa, de a lucra și de a se odihni, precum și de a avea legăturile normale cu Terra, cit mai aproape de optim pentru cazul unui periplu cosmic;

- dotarea vehiculului spațial cu toată aparatura necesară unor controale medicale de înaltă specialitate, asigurate prin telemetrie spațială de la centre perfect dotate de pe Pămînt;

- prevederea, încă din perioada concepției unui vehicul spațial, a condițiilor necesare în cazul cînd echipajele vor fi formate din persoane de sexe diferite.

Se cunoaște — și a fost amintit în paginile anterioare — fenomenul de interacțiune între cosmonauți și mediul în care aceștia își desfășoară activitatea; trebuie să nu se omită că echipajul spațial efectuează o serie de acțiuni asupra mediului din cabina spațială, iar compatibilitatea fiziologică și psihică dintre membrii unui echipaj cosmic precum și modul cum influențează aceștia, considerați ca grup și nu individual, asupra condițiilor din cabină, sînt și se pare că rămîn încă probleme perfectibile.

Din totdeauna, exigențele care au însoțit alegerea și/sau conceperea sistemelor de asigurare a supraviețuirii în vehiculul spațial au fost însoțite de „sabia lui Damocles“, constituită de cerințele de reducere continuă a greutății; specialiștii apreciază că, în ce privește vectorii chimici clasici, greutatea la start este reprezentantă în proporție de 90% de către combustibili, sarcinii utile fiindu-i repartizate doar 4%! Spre exemplu, pentru ca cele aproximativ 45 t ale complexului spațial „Apollo“ să ajungă pe o orbită circumlunară, racheta „Saturn-5“ avea la start o greutate de 2 900 t, din care aproape 2 700 erau combustibili! Deci, pentru a duce 1 kg „în Lună“ (!), se consumau circa 60 kg de propergol¹!

Să se fi îmbunătățit aceste rapoarte în cazul navei spațiale? Să facem din nou apel la câteva calcule simple: sarcina utilă maximă luată de oricare din actualele nave spațiale americane nu depășește 30 t (pentru cazul orbitelor joase, sub 500 km altitudine); admitînd că propergolii chimici (solizi și lichizi) reprezintă circa 1 800 t din cele 2 000 t ale ansamblului navei la start, atunci pentru a transporta pe orbită 1 kg se consumă... tot 60 kg de

¹ Dacă se reface calculul, considerînd cele 16 t ale LEM-ului, atunci în loc de 60 kg trebuie considerate 170 kg propergoli pentru 1 kg pe Selenal

combustibili! În ce constă, atunci, economicitatea navei? Desigur, în faptul că majoritatea sistemelor și echipamentelor, și în special constitoarea electronică din „Orbiter“, se recuperează și poate servi de 50—100 de ori la efectuarea de misiuni pe orbită. Aceasta este și explicația pentru ce fiecare lansare de navetă spațială costă circa 25 milioane dolari (prețuri 1981), iar un aparat orbital (Orbiter), avea încă în 1980 prețul impresionant de 500 milioane dolari SUA ! Evident, asemenea calcule au importanța lor, dar ele nu trebuie niciodată să primeze asupra securității și locuibilității aparatelor spațiale destinate zborului omului în Cosmos....

Printre celelalte elemente care trebuie luate în considerație, un loc important este deținut de factorul denumit consum de energie și căldură degajată de aparatura de la bordul vehiculului spațial, în timpul funcționării; sursele energetice ambarcate sînt totdeauna limitate, astfel încît doar o parte din energia livrată poate fi destinată echipamentelor de supraviețuire, a căror fiabilitate trebuie să corespundă duratei tot mai mari a efectuării zborului. Ca urmare, sistemele sînt totdeauna dublate și chiar triplate, consumurile energetice cresc, mai ales dacă se adaugă dispozitivele cibernetice, calculatoarele de proces și calculatoarele de control și interconținere, precum și, evident, aparatura științifică, de navigație și control a parametrilor zborului etc. Și să nu se omită faptul că „fiecare navă cosmică se comportă oarecum diferit față de altele din aceeași serie. În cosmonautică nu pot exista două zboruri la fel....“ (D. Prunariu). Desigur, cunoscutul nostru cosmonaut avea aici în vedere și complexitățile problemei care prevede asigurarea supraviețuirii în Cosmos, precum și confortul necesar membrilor unui echipaj spațial. Oricum ar fi, unul din criteriile fundamentale este constituit de durata misiunii spațiale; specialiștii disting trei categorii de misiuni spațiale: de durată scurtă, medie și lungă. În prima categorie sînt introduse, de regulă, zborurile care nu depășesc 8—10 zile pe orbită; pînă la 2—3 luni pe orbită (sub 90 de zile) se consideră că misiunea este de durată medie; misiunile de lungă durată depășesc 90 de zile.

Încă de la începutul zborurilor în cabine pilotate, s-au avut în vedere cerințele normale și zilnice ale unui „om al spațiului“: un cosmonaut cu greutatea de 70 kg (neechipat), utilizează zilnic, pentru a-și menține condiția fizică, 2,2 kg apă, 0,8 kg oxigen, 0,750 kg de alimente, din care sub 300 g protide și lipide, restul fiind format din glucide; la aceste cantități se adaugă cel puțin 2 kg de

apă pentru cerințe igienice, totul corespunzînd la așa-numita „rație spațială zilnică“ de aproape 6 kg. Desigur, pentru cazul misiunilor scurte, stocarea acestor „rații“ nu pune probleme deosebite, dar în cazul misiunilor lungi, să zicem de 200 de zile, pentru un echipaj format din doi cosmonauți, se constată că se ajunge la greutatea de 2 400 kg! Dacă umanitatea s-a limitat la zboruri circumterestre de acest ordin de mărime, sau de zboruri circumlunare (cu sau fără aterizare pe Selenă) de cel mult 14 zile (echipaj de trei cosmonauți), aceasta constituie doar începutul!

Pentru misiuni îndelungate — a nu se uita că pentru onorarea biletului „dus-întors“ spre Marte sau Venus, trebuie luate provizii corespunzătoare unei călătorii spațiale de doi ani (!) — trebuie găsite alte soluții decît transformarea cabinelor spațiale în... vagoane de marfă... Specialiștii sovietici au folosit o soluție originală, dar relativ costisitoare, pînă la un punct: trimiterea de rachete-cărăuș de tip „Progress“, apte să aducă pe stația „Saliut“ provizii, rezerve de carburanți pentru motoare etc. și să asigure îndepărtarea deșeurilor rezultate din perioada precedentă cuplării, ca urmare a activității umane la bord și chiar a funcționării unor aparate. Am afirmat că acest sistem este costisitor pînă la o anumită etapă, deoarece odată cu recuperarea automată a capsulei de reîntoarcere pe sol a navelor „Progress“ (sau a unor variante de sateliți automați din seria „Cosmos“), cheltuielile implicate de această metodă s-au referit la lansare și atît la racheta purtătoare, cît și la cabina în ansamblu a vehiculului-cărăuș, unde automatică (și electronica) aferentă cuplării/decuplării pe orbită sînt scumpe.

La rîndul lor, americanii au găsit și ei o soluție, este adevărat extrem de sofisticată și foarte costisitoare pînă la punerea la punct a sistemului: naveta spațială. Cei peste 14 miliarde de dolari investiți în acest program — de altfel singurul care a menținut NASA la nivelul necesar în perioada de după „boom“-ul reprezentat de programul „Apollo“ se recuperează foarte încet; dovadă este și acceptarea de către „tutorele“ navei (NASA) a propunerii de a închiria acest modern sistem de transport spațial în scopuri militare... Evident, precedente au fost destule în Statele Unite, dar comunitatea științifică mondială se obișnuise, într-un anume fel, de a identifica naveta spațială cu viitorul cercetării sistematice a Cosmosului către anul 2000, în scopuri exclusiv pașnice...

Oricum, este evident pentru oricine că ambele soluții nu pot fi operative în cazul unor expediții spațiale la distanțe mari de planeta natală: au fost imaginate (și s-a scris foarte mult despre aceasta) metode fizice și chimice de regenerare a atmosferei etc.

în cabina spațială. Un prim și major inconvenient: aceste sisteme sînt foarte complicate, au o fiabilitate scăzută și, în plus, necesită un consum energetic uneori chiar prohibitiv. Oricum, procedeele aferente, deși costisitoare, grele și cu dezavantajele amintite, devin interesante de îndată ce greutatea lor (inclusiv sursele energetice aferente) demonstrează valori inferioare rezervelor ce se impun a fi luate la bord. Se pare că cele mai grele sînt sistemele de regenerare a aerului, respectiv de furnizare a oxigenului, pornind de la bioxidul de carbon și apa provenite din metabolismul uman la bord; oricum, se adaugă și dificultățile tehnice care deja au fost evidențiate de majoritatea cercetătorilor.

O sarcină mult ușurată privește recuperarea apei; în afara sistemelor cu condensatoare, avînd schimbătoare de căldură cu sursă rece sau cu absorbție, destinate recuperării apei din vaporii de apă și/sau transpirația umană, au fost realizate și testate procedee de obținere a apei din urină, folosind distilare, liofilizare, electro-osmoză, filtrare prin schimbătoare de ioni etc.

Crearea unui sistem integral de recuperare, folosind metode fizice și chimice, în afara necesității unor laboratoare chimice de amploare și cu cerințe energetice care în nici un caz nu pot fi asigurate în spațiu, constituie o sarcină care depășește în prezent posibilitățile savanților de pe Terra; ca urmare cercetătorii și-au îndreptat atenția spre sistemele de regenerare biologică, acestea reproducînd la scară redusă ciclul ecologic existent pe sol și care, folosind ca sursă Soarele, asigură viața terestră...

În această concepție, la bordul unui vehicul spațial dotat cu sistem ecologic închis ar urma să se afle doar echipajul uman și sistemul fotosintetic, de exemplu reprezentat de o cultură de alge, cum ar fi renumita *chlorelă*, care fixează dioxidul de carbon, furnizează oxigen și, în plus, este bogată în substanțe nutritive; mai mult, aceste alge se hrănesc cu dejectiile organismului uman... Desigur, omul are nevoie și de proteine de origine animală (ori de altă proveniență); ca urmare, în ciclu trebuie introdus încă un element, dar sprijinatorii regenerării biologice nu se „împiedică” din cauza acestui detaliu... Cu atît mai mult cu cît ultimele realizări în domeniul experiențelor de biologie spațială au permis obținerea unui adevărat succes: la bordul stației spațiale științifice „Saliut 7” într-o cameră ermetizată, cosmonauții A. Bere-zovoi și V. Lebedev au semănat o plantă, *arabidopsis*, al cărei ciclu de dezvoltare este de numai 30 de zile. La 2 august 1982 planta a înflorit, iar apoi a rodit, obținîndu-se astfel prina recoltă cosmică: 200 de semințe!

Experiențele de studiere a influenței zborului spațial asupra planetelor au început de mai mulți ani; în Uniunea Sovietică aceste experiențe au început din 1960, iar în SUA, odată cu lansarea satelitului de cercetări biologice „Biosatellite 1”. De atunci a fost acumulat un bogat volum de cunoștințe științifice, dar au fost întimpinate și o serie de greutăți. Astfel, s-a demonstrat că o serie de plante, pornind de la alge și terminînd cu griul sau mazărea, pot crește și în condițiile imponderabilității, dar de-a lungul mai multor experiențe succesive nu s-a putut obține ca plantele superioare să înflorească și să dea rod la bordul aparatelor spațiale. Experiențele au fost continuate pînă la amintitul succes — evident și după acesta — ceea ce a infirmat opinia că ar fi imposibil ca plantele să se poată dezvolta integral în imponderabilitate, pe tot ciclul lor de evoluție, de la sămînță la... semințe!

TOTUL PENTRU SECURITATEA ȘI CONFORTUL ECHIPAJULUI

Ați intrat, vreodată, într-o cabină cosmică? Dar nu așa, în ușoara îmbrăcăminte de stradă, ci îmbrăcat într-un adevărat scafandru spațial, cu cască și chiar cu... „botoșei” care se încălță peste botinele destinate scafandrului, pentru a le proteja!... Mai întîi sînt scoși „botoșei”, apoi se introduce prin mica deschidere practică în pereții cabinei cosmice, mai întîi picioarele, unul cîte unul, apoi se introduce lent și corpul, cu atenție, pentru ca scafandrul să nu se zgirie de pereții cabinei. Este introdus, în final, capul, protejat de cască scafandrului. Se coboară cele cîteva trepte destinate pătrunderii în compartimentul orbital, cu multă atenție, pentru ca să nu se lovească aparatele și numeroasele butoane amplasate pe pereții cabinelor cosmice. În cazul trecerii într-un alt compartiment, atunci trebuie luate cîteva măsuri de precauție pentru ca, în dreptul umerilor, îmbrăcăminte spațială să nu se zgirie de pereți sau de colțurile aparaturii, în timp ce se ocupă fotoliul destinat fiecărui cosmonaut. Atenție la tabloul de bord, care, de multe ori, este plasat la nivelul genunchilor! Acesta este cazul majorității cabinelor cosmice și, deși a fost descrisă rezumativ pătrunderea într-o cabină a navelor „Soiuz”, situația este la fel,

cu spațiul foarte restrins, la toate navele spațiale, chiar cele din a treia generație („Apollo“, „Soiuz T“). Bineînțeles, altul este spațiul disponibil în laboratoarele cosmice, cum ar fi „Saliut“, „Skylab“ sau „Spacelab“, iar în ce privește naveta spațială, aici lucrurile se petrec oarecum la fel cu postul de pilotaj al marilor avioane comerciale actuale!...

Deci, se poate spune că trebuie început cu importantul factor al volumului acordat cabinelor spațiale, deoarece numeroase aspecte depind de acest factor: cu cât volumul cabinelor va fi mai mare, cu atât va fi mai ușor de a se organiza condiții normale de existență echipajului de la care se va putea scota maximum de eficiență pe orbită.

Desigur, există și reversul medaliei: volume prea mari, aferente unui confort deosebit, vor implica greutatea prohibitivă; dar, în orice caz, piloții cabinelor „Mercury“ și „Vostok“ nu au avut prea mult spațiu la dispoziție. Foarte dificilă poziția piloților americani, cu un grad prea mare de imobilitate, în timp ce cosmonauții din „Vostok“ se puteau lungi în poziție orizontală și dispuneau și de 20—25 cm deasupra capului... Desigur, totul deriva de la puterea disponibilă a rachetelor „Atlas“, respectiv „Vostok“, de care depindea greutatea utilă ce putea fi plasată pe o orbită joasă. De aici a provenit deosebirea fundamentală dintre microclimatul celor două cabine: în timp ce specialiștii sovietici au putut găsi, în cele peste 4 700 kg ale cabinei „Vostok“ loc pentru sistemul de alimentare a cabinei cu amestec gazos similar celui de pe planeta natală, americanii au putut instala doar un sistem de furnizare a oxigenului pur sub o presiune redusă. Mai mult, pentru a putea organiza o presiune normală în cabina cosmică, trebuia ca pereții acesteia să fie suficient de rezistenți pentru diferența de presiune față de exterior!

Se poate afirma că, odată cu construirea cabinelor de tip „Gemini“, savanții americani au obținut un „câștig“ în volum de circa 50%, dar să nu se uite că acum sînt doi astronauți în o asemenea cabină, deci situația nu a fost deloc îmbunătățită din punct de vedere al volumului oferit fiecărui membru al echipajului.... Desigur, cabinele de tip „Voshod“ erau mai mari decît cele de tip „Vostok“; dar, de asemenea, trebuie subliniat, că acestea au dispus fie de trei locuri, fie de o ecluză pentru ieșirea unuia din membrii echipajului (acum format numai din doi cosmonauți, nemaifiind loc pentru al treilea!), în afara pereților protectori ai cabinei cosmice!

Cu ocazia primelor zboruri, cosmonauții au acuzat existența prea multor obiecte nefixate de pereții cabinelor, care i-au deranjat plutind prin cabină și pentru aranjarea cărora au pierdut prea mult timp; uneori ei chiar le-au aruncat în spațiul liber!

Un progres considerabil a fost făcut o dată cu conceperea și folosirea cabinelor „Soiuz“ (primul zbor, 1967): cele două compartimente locuibile, cu un volum total disponibil de circa 9 m³ (postul de pilotaj și compartimentul de lucru) au asigurat în continuare condiții pentru odihnă lejeră, cultură fizică, somn odihnitor și o bună ventilație a cabinei. Nici la cabinele „Apollo“ astronauții americani nu au dispus de un asemenea „lux spațial“ (!) deoarece, deși avînd puțin peste 2 m³ pentru fiecare membru al echipajului, forma conică a cabinei nu permitea decît ridicarea perind, a cite unui membru al echipajului din fotoliu, iar odihna se făcea oarecum la întîmplare, fiecare astronaut găsindu-și „un locșor“ printre aparatele care aglomerau habitaculul...

Cele trei cușete din cabinele cosmice de tip „Soiuz T“ asigurau instalarea, cam greoaie, este drept, dar totuși confortabilă, a celor trei membri ai echipajului îmbrăcați în scafandru spațial. Între capetele ascunse de căștile scafandrelor se află carenajele capitonate, conținînd parașutele, principală și de rezervă, pentru fiecare cușetă, deci pentru fiecare membru al echipajului. Aceste carenaje încercă vederea laterală; doi dintre cosmonauți, printre care și comandantul misiunii, dispun de hublouri cu diametrul de 20—25 cm de-asupra capului.

Cel mai bine... dotat este inginerul de bord: el dispune de un tablou de bord vast, pe care sînt plasate cîteva zeci de aparate și butoane cu iluminare continuă sau intermitentă, demonstrînd în succesiunea iluminării lor, consumarea diferitelor faze de verificări la sol, precum și parcurgerea diferitelor etape ale zborului; un panou aproape identic este situat și în fața locului simetric față de fotoliul comandantului de zbor. Sub panoul de semnalizare se află situată o claviatură de selecționare (împreună cu o altă claviatură dispusă vertical) a combinațiilor de informații dorite. Tot la dispoziția inginerului de bord se află încă două panouri luminate în verde, pe care pot fi „citite“ situațiile funcționale ale tuturor sistemelor de la bordul cabinei cosmice. În partea dreaptă a celor două panouri cu culoare verde se află claviatura calculatorului de bord, botezat „pescărușul“. Acest „personaj“ este foarte apreciat, deoarece toate comenzile și informațiile „trec“ prin el,

¹ V. Dicționar Politehnic, Edit. Tehnică, București, 1967, p. 420.

claviatura sa fiind astfel amplasată încît atît inginerul de bord, cît și comandantul îl pot folosi și îi pot aplica codul ce-l pune în alertă! „Pescărușul“ efectuează calculul parametrilor de deplasare și asigură comanda automată a navei în regimuri optime cu consum minim de combustibil, autocontrolul cu trecerea automată, în caz de necesitate, pe programele și mijloacele de rezervă (avarie) furnizarea informațiilor echipajului pe afișajul de bord, ceea ce asigură o înaltă precizie, siguranță și o amplă gamă de pilotare a navei în zbor orbital sau/și pe perioada de revenire la sol.

Sub claviatura „Pescărușului“ este situată, protejată de un capac rabatabil, claviatura destinată ordinilor principale cu care se comandă punerea în funcțiune a fazelor de zbor programate anterior. De remarcat că prin apăsarea claviaturii corespunzătoare, se dau „ordine“ care nu mai pot fi ulterior anulate (!); un exemplu: bransarea comenzii pentru derularea procedurilor aferente revenirii la sol în condiții de urgență! Unica sursă de informații vizuale se află plasată în fața comandantului echipajului: ecranul catodic al calculatorului de bord; în dreapta acestuia se găsesc trei panouri de semnalizare dispuse vertical și care pot fi văzute de fiecare din membrii echipajului: cel superior este roșu și aprinderea lui semnifică „alarmă“ (!); cel central este oranj, iar cel de jos este albastru. Mai jos, între genunchii comandantului se află „vizorul“, un fel de ecran circular care, folosind un sistem de lentile similar celor de la un periscop, asigură comandantului vederea directă, grație unui sistem de televiziune cu camera de luat vederi în exteriorul cabinei, pentru pilotarea în timpul fazei finale a cuplării cu stația „Saliut“!...

Comenzile manuale pentru pilotaj sînt plasate deasupra genunchilor comandantului misiunii; ele constau din două manete modelate astfel încît să poată fi bine prinse într-o mînă prevăzută cu o mînășă cu trei degete. Cea din dreapta reprezintă comanda pentru atitudine: împinsă în față asigură coborîrea cabinei, respectiv a vîrfului cabinei, altitudinea nefiind modificată; împinsă spre în jos va asigura ridicarea vîrfului cabinei și așa mai departe, putînd asigura poziționarea navei „Soiuz“ cu mare precizie, iar aceasta este necesară pentru a putea manevra prin aprinderea motorului de propulsie în Cosmos. De fapt, acest motor este comandat prin maneta din stînga postului de comandă al cabinei, așa-numita comandă de translație. Așa cum indică și numele său, această comandă asigură punerea în funcțiune a motoarelor rachetă, al cărui rezultat este îndreptarea navei cosmice în direcția indicată prin poziționarea comenzii necesare.

Mai există un agregat important și anume cel numit „Globus“: este, de fapt, un glob terestru cu diametrul de 20 cm, introdus într-un fel de vitrină sferică acoperită cu sticlă incasabilă, care permite poziționarea zonei deasupra căreia evoluează cabina spațială, precum și pentru stabilirea zonelor de tranziție de la zi la noapte în vederea precizării punctului de pornire al traiectoriei de revenire pe sol în condiții de urgență. Tot acest „Globus“ asigură vizualizarea, printr-o singură aruncătură de ochi, a regiunilor de radiovizibilitate terestre. Existența unor regiuni în care nu pot fi contacte radio cu solul a fost proprie și zborurilor navei spațiale pînă nu a fost poziționat pe o orbită geostaționară satelitul TDRS.¹

O problemă deosebită a constituit-o asigurarea unui microclimat corespunzător în interiorul cabinei spațiale; se știe că menținerea unei atmosfere din oxigen pur, la presiuni scăzute, în interiorul cabinei „Apollo“, a dus la izbucnirea, în ianuarie 1967, a unui violent incendiu, în cadrul unei repetiții generale anterioare misiunii prevăzute pentru luna februarie a aceluiași an. În această tragedie și-au pierdut viațile astronauții americani Virgil Grisom, Edward White și Roger Chaffee. Un incident similar, petrecut într-un laborator de la centrul de cercetări spațiale Brooks, a provocat, cîteva luni mai tîrziu, decesul a doi tineri specialiști. Deși au fost luate toate măsurile impuse de situație și recomandate de comisia de anchetă instituită după aceste evenimente tragice, inclusiv folosirea oxigenului doar pe orbită, cele 3 000 de file ale documentului final redactat de 1 500 de experți, au demonstrat cîteva sute de defecțiuni și neglijențe de care s-a făcut vinovată firma care a construit capsula „Apollo“... Modificările, care au costat în ansamblu 100 milioane de dolari, au asigurat derularea în securitate, din acest punct de vedere, al programului „Omul pe Lună“. La construcția laboratorului „Skylab“ specialiștii americani au recurs la o soluție mult mai sigură: folosirea unui amestec respiratoriu format din oxigen și azot, primul la o presiune parțială de 0,25 atm, iar al doilea la presiunea de 0,09 atm.

Încă de la primele zboruri, specialiștii sovietici au utilizat o metodă chimică de regenerare a atmosferei navelor lor cosmice, folosind în acest scop superoxidul de potasiu, în amestec cu absorbantii suplimentari de bioxid de carbon, formați din hidroxid de litiu și cărbune activ; de fapt, chiar specialiștii sovietici au

¹ Tracking and Data Relay Satellite — satelit releu pentru dirijare și pentru transmiterea datelor.

subliniat că nu există o „atmosferă ideală” pentru microclimatul în cabina cosmică, climat care să corespundă tuturor categoriilor de misiuni spațiale și să răspundă cerințelor de securitate. Ei au preconizat utilizarea unei atmosfere „terestre” pe parcursul etapelor de lansare, zbor propulsat și revenire la sol, inhalarea de oxigen la presiuni scăzute fiind recomandată doar în ajunul ieșirilor din cabina cosmică; pe parcursul zborurilor îndelungate, se consideră indicat să se inhaleze un amestec format din oxigen și un gaz neutru, ansamblul avind o presiune cuprinsă între 380 și 510 mm/col. Hg.

Desigur, un astfel de sistem, capabil să varieze nu numai presiunea mediului în cabina cosmică, dar și compoziția acesteia, ar conduce la complicații tehnice și greutăți poate chiar prohibitive; există și opinia că la stațiile orbitale formate din mai multe compartimente se pot diferenția atmosferele acestor compartimente, în raport de destinația fiecăruia, evident cu condiția existenței unor soluții tehnice capabile să răspundă acestor deziderate (camere etanșe, ecluze ermetizate etc.).

Să exemplificăm cu condițiile asigurate în laboratorul spațial american „Skylab”: controlul microatmosferei din acest mare laborator spațial a fost asigurat, pe durata activizării lui datorită prezenței celor trei echipaje succesive, de către un sistem deschis de asigurare a vieții în care materialele consumabile și dejecțiile nu au fost reutilizate. Înainte de sosirea fiecărui echipaj, laboratorul era presurizat la o valoare de 34 000 N/m² (0,45 ata sau 20 psi), folosind un amestec de azot și oxigen (26% + 74%, respectiv). Acest amestec, la presiunea respectivă, asigură fiecărui membru al echipajului aceeași cantitate de oxigen care o folosea în condiții normale de presiune pe Terra, controlul presiunii, compoziției și temperaturii acestei microatmosfere, fiind asigurate de aparate și termorezerveare instalate în așa-numitul „Airlock Module” (AM).

Umiditatea relativă era menținută până la o concentrație de 26% la temperatură maximă de 30° C, iar cea a dioxidului de carbon, până la o presiune maximă de 700 N/m² (7 milibari), în timp ce temperatura ambiantă este controlată între 13° C și 32° C. Avind în vedere cerințele de durată ale misiunii, numărului membrilor echipajului pe timpul cât laboratorul a fost prevăzut să lucreze în regim activ, la bordul acestuia au fost depozitate (aduse periodic) următoarele cantități de substanțe necesare vieții și activității astronautilor: 2 700 kg apă, 760 kg alimente, 2 240 kg de oxigen, 600 kg azot.

De remarcat că a fost luat în considerare și nivelul de zgomot produs de aparatele din interiorul laboratorului; acesta a fost prevăzut să nu depășească 72,5 decibeli, care se aprecia normal pentru desfășurarea muncii de birou sau de laborator științific! Purificarea atmosferei cu ajutorul filtrelor cu cărbune activ și a condensoarelor de umiditate; protecția față de încălzirea suplimentară de la Soare prin termoprotejare cu învelișuri speciale; protejarea instrumentației față de efectele corozive ale condensurilor pe perioadele cu diferențe mari de temperatură în interiorul compartimentelor stației, s-a asigurat prin schimbătoare de căldură, iar echipamentele care degajau căldură au fost prevăzute cu surse speciale de căldură și termoregulate automate; un sistem de radiatoare exterioare stației au permis degajarea excesului de căldură în mediul înconjurător...

O dată cu analiza oricărui sistem de asigurare a microclimatului într-un vehicul spațial locuit, trebuie avute în vedere corelările cu accelerațiile, vibrațiile, variațiile de parametri ai mediului menținut artificial, precum și cu activitatea motrice a membrilor echipajului, chiar cu comportamentul acestora!

De la primele zboruri spațiale cu echipaj uman, problema alimentației s-a dovedit a fi una din cele mai dificile, comportînd extrem de multe necunoscute. De fapt, care ar fi necesitățile energetice ale unui călător spațial? Estimările au variat inițial între 2 400 și 3 000 kcal/zi, unui specialist (Adams) apreciînd cerințe mai reduse în Cosmos, spre deosebire de alții (Calloway; specialiștii sovietici), care considerau necesități către limita superioară sau care în nici un caz să nu coboare sub 2 500 kcal/zi. Ca urmare, în primele zboruri ale cabinelor „Gemini” au fost „repartizate” cite 2 500 kcal/zi pentru fiecare astronaut, „rația” scăzînd în primele zboruri „Apollo” la 2 100 kcal/zi și atîngînd apoi („Apollo 12”) 2 350 kcal/zi.

Aspectul calitativ, de conținut și consistență, a avut dintotdeauna un rol primordial în alimentația cosmonauților, menținerea unui echilibru între protide, glucide și lipide fiind de neînlocuit, de altfel ca și stabilirea gradului de asimilare a alimentelor, pentru a se evita stocurile, deteriorările și, mai ales, deșeurile... Mai mult, din punct de vedere psihologic s-a dovedit la fel de important să se asigure alimentelor savoarea lor naturală, știut fiind că folosirea de alimente plăcute la gust contribuie la existența unui tonus moral apt să contribuie la suportarea mai ușoară a dificultăților zborurilor cosmice.

Existența condițiilor de imponderabilitate a impus luarea de precauții pentru a se evita răspîndirile de fărîmături și picături de lichide în atmosfera cabinelor cosmice; aceste precauții au condus — în cazul primelor zboruri ale oamenilor spațiului — la folosirea de alimente liofilizate și apoi introduse în tuburi sub forma unor creme, sau în cașete mai întii învelite în pelicule din polimeri, iar apoi în învelișuri... comestibile! Studiile și experiențele efectuate în S.U.A. și U.R.S.S. au arătat că folosirea de alimente liofilizate (răcire în vid) nu provoacă nici un fel de inconveniente, chiar dacă alimentul se menține timp relativ îndelungat; experiențe efectuate la sol, pe durata a 56 de zile, au confirmat acest lucru, ele fiind apoi reluate pe orbită, cu ocazia mai multor zboruri spațiale cu echipaj uman. Astfel, echipajele „Apollo” au utilizat mereu produse alimentare liofilizate: piureuri (de cartofi și de ciuperci), carne (de vită sau de pui), fructe... Rația zilnică a unui om poate ajunge astfel la 520 g și să nu ocupe decît un volum de 1,8 l! Această soluție va fi, probabil, optimă atunci cînd sistemele de reciclare a apei la bordul unei nave spațiale va fi perfect pus la punct.

Principalul avantaj al alimentelor deshidratate este că ele se pretează la o conservare îndelungată și nu au greutate și volume prohibitive, iar defectul principal, al lipsei de savoare și gust, ar putea fi oarecum remediat în prezența unei cantități suficiente de apă pentru preparări locale. Unii cosmonauți nu prea apreciază alimentele deshidratate, iar adăugarea de apă provenită ca element secundar de la pilele de combustie, l-a determinat pe astronautul Walter Schirra („Apollo 7”) să afirme că „...totul miroase puternic a clor!...” Fără a mai adăuga că, pentru a fi folosită ca adjuvant la alimentele deshidratate, „apa spațială” are nevoie de a fi încălzită la cel puțin 68° C, ceea ce provoacă o evidentă cerință suplimentară de energie consumată în acest scop.

O dată cu zborurile „Apollo-12” și „Apollo 13”, precum și în cazul misiunilor „Soiuz 4” și „Soiuz 5”, organizatorii au prevăzut folosirea, în meniurile cosmonauților, de sandvișuri și fructe proaspete. Situația s-a ameliorat puternic o dată cu misiunile „Skylab”, echipajele beneficiind de adevărate „bucătării cosmice” organizate cu tot ceea ce este necesar, la bordul marelui laborator orbital; de fapt a fost conceput și instalat un subsistem pentru prepararea alimentelor, apt să permită stocarea, prepararea și consumul de alimente zilnic, pentru un echipaj format din trei cosmonauți, la o durată maximă a zborului de pînă la 150 zile. Erau incluse frigider, o „bucătărie spațială” cu sistem de încăl-

zire a alimentelor și toate ustensilele absolut necesare acestor activități. Ce deosebire față de primele zboruri și chiar de unele în perioada pregătirii aventurii lunare! Abia echipajul „Apollo 8”, condus de Frank Borman, a avut o surpriză în timp ce efectua, la 25 decembrie 1968, acel uriaș opt cosmic ce înconjură Luna: rațiile, din acea zi, conțineau prăjituri proaspete și sucuri din fructe, evident absorbite cu ajutorul tuburilor din cașete etanșe. Au putut fi servite astronautilor de pe „Skylab” tot felul de sucuri din fructe proaspete, băuturi întăritoare din ciocolată sau cacao, precum și alimente calde, care erau accesibile concomitent tuturor membrilor echipajului, reușiți la o masă ergonomică triumfătoare, prevăzută cu ustensilele obișnuite pentru servit și surse de apă caldă (utilizată pentru „refacerea” alimentelor deshidratate” și de apă potabilă. Fiecare membru al echipajului a dispus de o sursă proprie de încălzire a alimentelor liofilizate, inclusiv adăugarea de apă caldă, platformele fiind prevăzute cu magnetism remanent pentru reținerea ustensilelor (furculiță, linguriță, lingură, cuțit) și cu o încălțare destinată curățirii/desinfecției lor și a platurilor în care erau preparate alimentele...

Cu ocazia zborurilor din laboratorul „Skylab”, dar și cu ocazia altor misiuni cu echipaj uman, au fost experimentate mai multe meniuri și, mai ales, regimuri de alimentație și de servire a mesei zilnice. Cu aceste ocazii s-a putut stabili că este mult mai bine să se servească zilnic 5—6 mese, pentru ca alimentele să rămînă un timp cît mai redus în stomac, avînd în vedere condițiile imponderabilității și a unor eforturi fizice totuși mult mai mici decît în condiții normale de lucru, pe planeta natală...

Eliminarea, la bordul navei spațiale, a deșeurilor și a altor impurități de tot felul, este o necesitate absolută; de altfel, asupra acestui aspect am mai revenit în cursul acestei lucrări, cînd am dat unele informații privind asigurarea purității microatmosferei cabinei cosmice. Într-un mediu închis și foarte restrîns, chiar acei poluanți care, de regulă, sînt neglijăți, riscă să se acumuleze și să provoace intoxicații pentru ocupanții compartimentului, totul fiind mult accentuat atunci cînd este vorba de o cabină cosmică, de lipsa curenților convectivi. Printre gazele evacuate de organismele umane trebuie remarcată prezența hidrogenului și a metanului care, fără a mai vorbi de proprietățile toxice ale ultimului, constituie adjuvanți periculoși în creșterea pericolului de incendiu la bord!

De regulă, organismul uman elimină circa 400 de substanțe organice și anorganice, aparținînd la peste 22 de grupări chimice

diferite; metodele chimice moderne de analiză permit descoperirea a 149 de substanțe diverse în salivă (!), 217 în sudoare, peste 200 în deșeurile solide și peste 150 în urină... Recoltarea și stocarea deșeurilor umane a pus totdeauna probleme grele, dar a fost rezolvată pe deplin; în cazul laboratorului spațial „Skylab“, spre exemplu, fiecare eliminare de urină a fost inclusă într-o pungă de plastic, congelată și apoi adusă pe Terra pentru analize. Același lucru, cu unele complicații în plus, a fost efectuat și pentru dejecțiile umane solide, conținutul zilnic al deșeurilor pentru fiecare astronaut în parte fiind perfect cîntărit și containerizat, în vederea analizelor detaliate care urmau a fi efectuate ulterior în laboratoarele terestre... Un sistem de ventilație coordonat a asigurat eliminarea mirosurilor neplăcute și purificarea antiseptică a atmosferei compartimentelor laboratorului spațial. O mențiune: deșeurile umane, de la un anumit moment au fost doar cîntărite, iar conținutul integral ars într-un cuptor electric special destinat, cenușa fiind recuperată și apoi adusă pe Terra!

Cu ocazia zborului spațial „Apollo 9“, premergător succesului reputat prin aselenizarea echipajului de pe „Apollo 11“ (iulie 1969), echipajul condus de James McDivitt a transportat în *Modulul lunar* toate deșeurile colectate în timpul zborului și după abandonarea pe orbită a *Modulului*, acesta a devenit primul „coș de gunoi spațial“!...

Iată cum este descrisă toaleta de dimineață efectuată de francezul Jean-Loup Chrétien în interiorul stației orbitale „Saliut“ cu ocazia zborului comun sovieto-francez din anul 1982: „...Sculat de trosniturile structurii stației, care se dilată și apoi se contractă, sub influența radiației solare, intrînd și ieșind din zona de lumină, am făcut duș; era ziua în care rezervele relativ reduse de apă ne permiteau acest lux. Apoi m-am ras, acest lucru se poate face în fiecare zi folosind mașina de bărbierit cu aspirator electric al firelor de barbă rase; spălatul dinților, făcut cu multă energie, mi-a dat senzația de înviorare și mai mare. Există și un dezavantaj: această operație care pe Terra durează foarte puțin, trebuie făcută la $g=0$ într-un timp mai îndelungat, deoarece după clătitul gurii, apa folosită trebuie vărsată exact deasupra aspiratorului de picături, pentru a nu pluti prin toată cabina... De fapt apa se suge din pistolul-distribuitor; deci spălatul pe dinți devine o operație care cere metodă și organizare, altfel nu se poate!“

Și Dumitru Prunariu: „...Rația zilnică de alimente pentru patru persoane era ambalată în folie de staniol, în interiorul unor con-

tainere depozitate în număr suficient de mare în „cămara“ stației orbitale. Produsele alimentare erau garantate doi ani, fiind foarte gustoase și conservate fie în tuburi, fie în ambalaje de plastic (piinea, dulciurile, alimentele deshidratate)...“

Într-un recent interviu acordat unui redactor al revistei „Uniunea Sovietică“, cosmonautul Alexandr Ivancenkov care, împreună cu colegul său Vladimir Kovalionok au petrecut 140 de zile la bordul stației „Saliut-6“, declara: „...În ultima vreme (1983, n.a.) conținutul în calorii a rației zilnice a fost mărit pînă la 3 300 de kilocalorii. Motivele sînt perfect întemeiate. Programul de cercetări devine tot mai complex, reclamînd un volum tot mai mare de muncă: activitatea în costum de scafandru, în afara stației, presupune o mare cheltuială de energie, presiunea în interiorul lui este de 0,4 atmosfere, iar în afara lui se află vidul cosmic... Ați încercat vreodată să «mototoliți» o minge de fotbal bine umflată? Vedeți, a face un pas, a îndoi mîna în echipamentul cosmic nu este ușor; dar mai trebuie să ții și un instrument cu o mînușe la fel de mare ca aceea a portarului de hochei... În timpul zborului, Vladimir Liahov și Alexandr Alexandrov au montat o baterie solară, ceea ce a presupus efectuarea a aproape 50 de operații. Fiecare cosmonaut a pierdut în greutate 3—4 kilograme. De aceea, pentru prima dată în acea călătorie, ei au învîrtit pedalele veloergometrului nu cu picioarele, ci cu mîinile... În 1978... eu și cu Vladimir Kovalionok ne-am făcut un fel de haltere... În fiecare zi gimnastica ne lua cîte 2—2,5 ore, ne antrenam... pînă ne treceau toate nădușile... pentru a ne menține condiția fizică“.

Foarte interesant este sistemul de cîntărire conceput și realizat de specialiștii sovietici; iată-l descris de același cosmonaut: „...pentru a te cîntări trebuie să «încaleci» pe o platformă... în interiorul căreia există un sistem de arcuri. Apeși pe un buton și platforma începe să vibreze. Comparînd frecvența vibrațiilor cu cea obținută fără încărcătură se află imediat greutatea proprie...!“

Comentînd programul din zilele de odihnă în spațiu, Ivancenkov a ținut să sublinieze: „...Ca să fii sincer, nici nu poți spune că aceste zile sînt în totalitate destinate odihnei, pentru că sistemele stației funcționează fără întrerupere... Simbăta facem curățenie, dăm cu aspiratorul, schimbăm filtrele în orificiile de ventilație, ștergem pereții cu șervețele umede... În clipele de răgaz urmărim înregistrări pe videocasete, ascultăm muzică stereofonică... ca să ne deconectăm de zgomotul de fond neîncetat produs de funcționarea sistemelor stației... Odată ne-au trimis o casetă înregistrată cu su-

nete din natură: cîntatul unui cocoș, mugetul unei vaci, susurul apei de izvor. Ce bucurie ne-au făcut!...”

Referitor la compatibilitatea membrilor echipajului cosmic, Ivancenkov afirmă: „...Cred că în orice situație, oricît de complicată ar fi, trebuie să te pui în locul tovarășului tău, să te privești cu ochii lui. După părerea mea, cred că incompatibilitatea este, în primul rînd, semn al unui nivel scăzut de cultură. Relațiile, activitatea noastră la bordul stației au fost guvernate nu numai de tact, de îngăduință a unuia față de celălalt, dar și de conștiința că avem o sarcină pe care trebuie să o îndeplinim...”

În anul 1984, cosmonauții sovietici Leonid Kizim, Vladimir Soloviov și Oleg Atikov au efectuat un zbor-record de 237 de zile, în care pe parcursul a peste 4 000 de rotații circumterestre, au parcurs circa 1,5 miliarde de kilometri! Ei au acumulat un imens volum de informații, dar și o experiență demnă de invidiat de ceilalți oameni ai spațiului; iată ce au declarat referitor la importanța confortului și a asigurării securității pe orbită, într-un interviu acordat unui grup de ziariști români: „...La îndeplinirea... programului de zbor și la buna dispoziție contribuie în mare măsură confortul stației precum și zborurile expedițiilor de vizitare și ale navelor pentru transportul de mărfuri. Ele aduc la bordul stației, printre altele, corespondențe, înregistrări video cu cronica evenimentelor familiale. S-a făcut mult pentru asigurarea securității împotriva radiațiilor... (Deși) medicina dispune de numeroase mijloace pentru a întreține la un nivel ridicat capacitatea de muncă a cosmonauților în zborurile îndelungate... deocamdată nu putem afirma că toate aceste mijloace sînt eficiente sută la sută. Nu putem să dăm un răspuns cu privire la durata optimă a zborurilor pilotate. Avem sarcina ca treptat, pas cu pas, să acumulăm experiență în acest domeniu... Expedițiile îndelungate sînt mai avantajoase din punct de vedere economic...: cu cît se află mai mult timp la bordul stației, cu atît echipajul lucrează mai eficient. Deprinderea de a lucra eficient la bordul stației se obține după un timp *mult mai îndelungat* decît cel necesar pentru obișnuirea organismului cu imponderabilitatea (sublinierea autorului)...”. Arătînd că durata activității eficiente a unui cosmonaut pe orbită depinde de numeroși factori, printre care programul misiunii, confortul stației, asigurarea medico-biologică, numărul și componența echipajului, posibilitățile individuale ale omului etc., Leonid Kizim și colegii săi au ținut să sublinieze că în funcție de acești factori „...se poate stabili o limită rațională de durată a activității pe orbitele circumterestre, limită pînă la care cosmonautul își menține o înaltă capa-

citate de activitate în imponderabilitate, iar după reîntoarcerea în condițiile gravitației terestre își va restabili într-un termen scurt forma fizică de dinaintea zborului”. Pe această linie Kizim și ceilalți membri ai echipajului său au dat o înaltă apreciere tuturor zborurilor cu echipaje internaționale făcînd parte din programul „Intercosmos”: în cele nouă zboruri pilotate au fost efectuate 28 de experimente medicale, cîte 9 biologice și psihologice și cîte trei radiobiologice și radiofizice, toate contribuind la rezolvarea unor probleme fundamentale ale medicinei și biologiei cosmice.

Apar deosebit de interesante propunerile făcute de Kizim, Soloviov și Atikov referitor la perfecționarea tehnicii cosmice: „De exemplu, să se automatizeze la maximum procesele de muncă în laboratoarele spațiale pentru a da echipajului posibilitatea de a se concentra asupra activității creatoare... să se hotărască definitiv dacă este necesară sau nu gravitația artificială... să fie create noi nave pilotate și pentru transportul de mărfuri, să fie ameliorat regimul de muncă și de odihnă al cosmonauților și multe altele”.

Arătînd că imponderabilitatea rămîne, în cadrul activității pe orbită, problema numărul 1 a zborurilor pilotate, Kizim și colegii săi afirmă: „...Una dintre sarcinile de bază ale cosmonauticii este prelungirea șederii omului în Cosmos. Numai rezolvînd-o umanitatea va putea cuceri cu adevărat spațiul. De aceea, în fiecare expediție cercetările capătă un caracter tot mai complex. Prezența unui medic în echipaj a permis... 300 de experimente medicale... medicul a utilizat o aparatură nouă. A fost studiată nu numai inima, ci și alte organe cu ajutorul unor metode ultrasensibile, care au permis obținerea de date referitoare la sistemul cardiovascular, la eficiența diferitelor antrenamente fizice și mijloace profilactice, la particularitățile metabolismului... în organismul uman aflat timp îndelungat în condițiile zborului cosmic...”

Comentînd ieșirile extravehiculare și activitatea în acestea, echipajul condus de Kizim a ținut să sublinieze: „...La bordul stației „Saliut 7” au fost efectuate 500 de experimente științifice; doi membri ai echipajului au ieșit în Cosmos de șase ori, lucrînd acolo un total de aproape 24 de ore... Una din cele mai complicate activități o considerăm a fi cea din timpul ieșirii în spațiul deschis. Cinci asemenea ieșiri au fost destinate operațiunilor la instalația de propulsie comună, iar a șasea la montarea unor panouri solare suplimentare... În cursul precedentei expediții, Liahov și Alexandrov au montat panouri solare... Savitkaia și Djanibekov au experimentat, în spațiul deschis, o instalație portativă de tăiat, topit și sudat metale, precum și de aplicat învelișuri metalice...”.

Un ultim aspect, înainte de a încheia acest paragraf: problema readaptării cosmonauților la condițiile terestre, în special după încheierea unui zbor cosmic îndelungat. Mai mult ca în oricare alt zbor, eroii actualului record (237 zile pe orbită, echipaj format din Kizim, Soloviov, Atikov, ultimul fiind medic de profesie), sînt cele mai autorizate persoane pentru a emite opinii în cunoștință de cauză; să le dăm, deci, cuvîntul: „... Faptul că după numai trei săptămîni de readaptare putem să răspundem la întrebările reporterilor, demonstrează că problema se soluționează cu succes... În mod teoretic nu se întrevăd limite pentru prelungirea, în principiu, a duratei zborurilor cosmice, dar este fără îndoială că o dată cu prelungirea duratei acestora vor spori și dificultățile de readaptare. Acest lucru nu ne permite, deocamdată, să considerăm absolut eficiente mijloacele de profilaxie de la bord. Fără îndoială că în condițiile zborurilor îndelungate am acumulat o experiență care ajută la buna desfășurare a procesului de readaptare la condițiile terestre. Un mare merit revine în această acțiune și cosmonauților înșiși. Practic noi am început să ne pregătim pentru întîlnirea cu gravitația terestră încă din prima zi de ședere pe orbită: am străbătut zilnic cîțiva kilometri pe covorul mobil, am rotit pedalele veloergometrului, am uzat cîteva costume îngreunate de cauciuc care nu permit mușchilor să slăbească... Deși ne simțim bine... este departe să se vorbească despre o victorie deplină asupra imponderabilității, după cum nu pot fi trase de aici nici concluzii definitive. În primul rînd doar cîteva oameni s-au aflat în zboruri de lungă durată; în al doilea este deosebit de important să se urmărească dacă nu se vor petrece unele schimbări la nivel celular și molecular, adică să se evite pericolul unor posibile consecințe îndepărtate ale șederii îndelungate în condiții de imponderabilitate... Să privim cu optimism spre ziua de mîine a cunoașterii Cosmosului!“.

PRIMA ZI PE ORBITĂ RĂMÎNE CEA MAI GREA!

În zborul său din 1982, Jean-Loup Chrétien a avut senzația, de la început, că planează: nici un fel de zgomot, în afara celui făcut de aparatura din cabina spațială, un nivel acceptabil de vibrații și, ceea ce i-a apărut și mai straniu: parcă se făcea că nava

„Soyuz“ a devenit mai... confortabilă! După ce au „trecut“ cei 3—4 g, care au durat aproximativ nouă minute la lansare, orice ridicare a brațelor apare ca fără nici un fel de efort. Chiar de la început nu au apărut tulburări sau vertijuri la mișcările capului. Se poate deci începe lucrul; se începe cu verificarea etanșeității cabinei spațiale. Cu această ocazie se poate constata că starea de imponderabilitate nu este prea comodă pentru lucru: listele de verificări plutesc „cum vor ele“, paginile tremură „de-ți fug ochii pe ele parcă ar fi niște plante subacvatice (!); nu trebuie lăsată nici o sculă din mină sau nefixată, deoarece foarte repede interiorul cabinei capătă aspectul unui... acvariu! Pentru fiecare acțiune trebuie lăsat cu metoadă, trebuie reflectat, dacă nu va crea dificultăți celorlalți membri ai echipajului sau pentru propria activitate în continuare...

Cosmonautul român Dumitru Prunariu, Erou al Republicii Socialiste România, este mai... poetic în prezentarea primelor minute după încetarea suprasarcinilor; să-i „dăm“ cuvîntul: „În interiorul cabinei... mai rămîne aprinsă doar o lampă de serviciu. Ceasul de bord și «Globusul», aparatul de navigație cosmică, încep să ticăie. În rest liniște absolută!... *E liniștea cosmică!* Documentația de bord, guma și creioanele încep să plutească, iar eu am senzația că încet, încet sînt întors cu capul în jos. *Imponderabilitatea!*... Ne aflăm în imponderabilitate! Răsuflăm amîndoi ușurați (este vorba de al doilea membru al echipajului, comandantul, cosmonautul sovietic Leonid Popov — n.a.). Sîntem undeva deasupra Oceanului Pacific și zburăm în jurul Pămîntului cu o viteză de peste 28 000 km/oră. Conectez imediat comenzile necesare pentru a verifica toți parametrii navei cosmice controlabili la bord. Concomitent verificăm, tot după indicațiile aparatelor de bord, etanșeitățile fiecărui modul al navei noastre. Operația va dura 30 de minute. Totul pare să fie în regulă...”

Și acum cîteva impresii, evident tot după zbor, din partea unui veteran al Cosmosului, cosmonautul sovietic Oleg Makarov: „... Încă din a treia, a patra zi a zborului particularitățile acestuia nu mai sînt pentru noi particularități. La începutul începutului, starea de imponderabilitate este, desigur, neplăcută (deși nu pentru toți), după care această senzație începe să dispară și totul devine din ce în ce mai plăcut. Este într-adevăr plăcut să poți folosi toți cei șase pereți (ai navei, n.a.), nu numai podeaua. Este interesant să poți dormi pe tavan, unde-i mai comod, fiind mai mult

spațiu liber și suprafață netedă mai întinsă. Sau, să zicem, e plăcut să poți deplasa o greutate foarte mare fără efort...”

Referitor la starea neplăcută la care se referea Oleg Makarov, Prunariu afirma următoarele: „... Scurgerea singelui spre cap, datorită imponderabilității, îți creează o stare de ușoară buimăceală și o presiune suplimentară în vasele sanguine ale capului: pulsația lor se simte puternic. Starea aceasta, în care ai permanent senzația că ești ținut cu capul în jos, persistă cam o zi și jumătate. Nu pot spune că îți produce o plăcere deosebită. Totodată, senzația de nas înfundat și uneori de urechi înfundate, datorată și ea presiunii suplimentare sanguine, nu va dispărea multe zile...”

Pe măsură ce organismul cosmonautului începe să se obișnuiască, încetul cu încetul, cu condițiile imponderabilității, adaptându-se la acestea, pentru ca să nu apară simptomele „răului de spațiu”, acesta trebuie să efectueze unele activități și manevre absolut necesare, inclusiv verificări ale bunei funcționări ale sistemelor navei cosmice, conectări ale sistemelor electronice, de televiziune interioară și exterioară (necesare cuplărilor/decuplărilor pe orbită), ale antenelor și altor sisteme electrice și mecanice etc. Toți cosmonauții au remarcat că manevrele cerute de aceste acțiuni, repetate de mii de ori în simulatoarele terestre, le-au părut cu totul diferite, de parcă nava spațială, pe care o „cunoșteau pe dinafară (!)” s-ar fi schimbat subit, de îndată ce a ajuns pe orbită!...

Cu ocazia fiecărui zbor cosmic, așa cum au recomandat totdeauna instructorii la simulatoare, în primele minute după instaurarea imponderabilității, primele mișcări se fac lent, cu atenție, pentru a nu provoca declanșarea simptomelor răului de spațiu; se pare că deși a ascultat aceste instrucțiuni, Bob Crippen, cu ocazia primului zbor spațial al navei „Columbia” a avut un „rău de spațiu” foarte accentuat, spre deosebire de comandantul John Young care, deși este la o vîrstă la care de regulă astronauții au devenit comandanți de detașament (!), este mereu tânăr și specialiștii afirmă că pare că nu ar avea sistem vestibular...

De fapt, acomodarea la starea de imponderabilitate depinde, așa cum s-a arătat într-unul din primele capitole, de factori mulți, în care sistemul vestibular este doar unul dintre ei; totuși, cazurile cînd programele de zbor au trebuit modificate din cauza acestui „rău de spațiu” sînt destul de reduse. Evident, sînt și asemenea exemple: Russell „Rusty” Schweickart nu a putut îndeplini integral programul de testare a modulului lunar cu ocazia zborului navei „Apollo 9”, respectiv o ieșire în afara cabinei spațiale, din

cauza răului de spațiu, deși el era considerat, după antrenamentele la simulator și centrifugă, drept unul din cei mai rezistenți astronauți... Un alt caz care poate fi considerat tipic, este cel al astronautului William Pogue, membru al unuia din cele trei echipaje care au „locuit” la bordul laboratorului spațial american „Skylab”, care a făcut parte din escadrila de acrobație a forțelor aeriene americane denumită „Thunderbirds” (Păsările furtunii) și care, de asemenea, era considerat că ar avea urechi din... beton! Și totuși, de îndată ce a ajuns la bordul stației orbitale „Skylab”, s-a simțit atît de bolnav încît a provocat chiar spaimă colegilor pentru starea sa...

Există și cazuri complet opuse: cosmonautul român Dumitru-Dorin Prunariu nu suporta deloc cu plăcere ședințele de antrenament la așa-numitul „taburet”, unde oscilațiile provocau, de regulă, tulburări de echilibru și asupra stomacului; de îndată ce a ajuns pe orbită, cosmonautul Prunariu s-a simțit ca „acasă”. Poate ar fi interesant să-i dăm chiar... cuvîntul cosmonautului român: „... Pluteam, ... dar senzația nu devenea din această cauză mai puțin pregnantă. În interiorul modulului orbital am re-verificat etanșeitatea navei cu ajutorul unui manometru cu vacuum foarte precis și, în sfîrșit, am dezbrăcat incomodele costume (scafandrele cosmice, n.a.). Am îmbrăcat un trening albastru, un trening de lînă albastru, sub care au rămas în continuare traducătorii medicali și am trecut din nou în modulul de comandă...”

În așteptarea apariției simptomelor „maladiei spațiului” cosmonauții — respectînd indicațiile date de instructori la antrenamente — încep foarte lent și cu mare grijă, metodic s-ar putea spune, să efectueze mișcări de acomodare, în vederea cunoașterii stării navei spațiale. Între timp, pe display-urile consolelor de bord încep să apară, transmise de la sol, date privind parametrii traiectoriei de zbor; acestea sînt selectiv înmagazinate în memoria calculatorului sistemului de navigație al navei, urmînd a fi exploatate în raport de planul de zbor și, în caz de urgență, ele devin de o importanță covîrșitoare, așa cum se va vedea într-unul din paragrafele care urmează...

Unul din experimentele care, la începutul fiecărei prime zile „pămîntene” pe orbită, polarizează atenția echipajului și în mod special a cosmonauților care se află la primul lor periplu spațial, este constituit de admirarea răsăritului de soare pe orbită!...

Prin hublourile navei, la o depărtare adesea apreciată ca fiind la mai multe mii de kilometri, începe mai întâi să se întrezărească o linie fină rozalie, sub care mai mult se bănuiește o fișie fină de culoare bleu pal, translucid: această diră este atmosfera terestră, cea care a favorizat apariția vieții pe planeta natală și de atunci și pînă în prezent apără viața de ucigătoarele raze ultraviolete venite de la astrul central și a celor din profunzimile Cosmosului... Apoi, încet-încet, linia rozalie devine tot mai clară și mai densă, începe să „alunece” către oranj și apoi către galben-auriu, înconjurînd parcă un fel de „picătură de aur topit” care se înalță...

Razele de lumină conduc la iluminarea tot mai puternică a planetei, iar cosmonauții pot vedea alunecarea norilor, apoi oceanele și continentele. Curbura planetei este acum marcată de stratul albastru care, din Cosmos apare atît de fragil, al atmosferei.

Se poate spune că cosmonauții s-au „întrecut” în a relata minunatul fenomen (privit din Cosmos!) al apariției soarelui „...Admirîndu-l, nu poți decît să fii copleșit de atîta grandoare, perfecțiune, maiestruozitate...” (J.-L. Chrétien). „...Pe orbită a început să apară Soarele... După cîteva minute începe să fie luminată și partea globului pămîntesc aflată sub noi. La început foarte slab, apoi tot mai puternic și strălucitor... Peisajul era fantastic... Atunci am înțeles uimirea tuturor celor care, înaintea mea, văzuseră acea splendoare, inimaginabilă pentru un pămîntean...” (D. Prunariu).

Dar echipajul unei nave cosmice nu se poate apleca prea mult către admirarea acestui fenomen al naturii, bineînțeles privit din Cosmos; așa cum de altfel a ținut să adauge, în cartea sa, cosmonautul nostru, Dorin Prunariu: „...Dar, avînd mult de lucru, sîntem pentru un timp obligați să ne întoarcem privirile către tabloul de bord...” În adevăr, trebuie reluate neîntirziat verificările conform planurilor și listelor de operații, deoarece tehnica spațială impune exigențe care nu pot fi nici neglijate nici ignorate...

Situația la bord se poate complica dacă unul sau mai mulți din membrii echipajului încep să sufere de „maladia cosmosului”; pe lîngă faptul că ceilalți membri ai echipajului trebuie să preia majoritatea sarcinilor celui atins de boală, apar dificultăți în chiar ducerea la sfîrșit a tuturor misiunilor din programul de zbor. Evident, există și remedii, asupra cărora s-a insistat cu ocazia unuia din capitolele anterioare: de regulă se iau pastile, unele pe bază de scopolamină. Unii dintre astronauți au și făcut cunoștință cu asemenea pastile, numite scopdex — un fel de

amestec de scopolamină (preîntîmpină afecțiuni ale inimii) și dexedrină (protejează față de acțiunea somnolentă a primului compus) — atunci cînd au efectuat antrenamente în avionul-laborator, reproducînd (pe timp limitat) senzația de imponderabilitate. Chiar Bob Crippen, cu ocazia primului zbor al navei spațiale (aprilie 1981), de îndată ce s-au făcut simțite primele simptome ale „malădiei Cosmosului”, a și luat cîteva comprimate de scopdex. Interesant că, la al doilea al său zbor cu naveta „Challenger” (iunie 1983), în calitate de comandant al misiunii la care a participat și prima femeie-astronaut din Statele Unite, el nu a mai acuzat nici un fel de simptome ale malădiei Cosmosului.

Instructorii și medicii implicați în pregătirea oamenilor spațiului, au explicat necesitatea adoptării, în primele minute după apariția imponderabilității, a unei poziții relaxate a corpului, evitînd cu grijă orice mișcare bruscă a capului, însoțită de o deconcentrare fizică voită a corpului și chiar a psihicului. Dacă, în pofida antrenamentelor și a respectării întocmai a acestor indicații, apar simptome ale malădiei Cosmosului (unul din echipajele navei care a zburat la finele anului 1982, a trebuit să elimine din program o ieșire extravehiculară, deoarece doi din membrii echipajului au acuzat simptome ale „malădiei Cosmosului” timp de două zile), atunci cei atinși de acest „rău al spațiului” redevin apți pentru misiunea spațială respectivă abia după 2—4 zile, cînd dispar vertijurile, amețelile, grețurile, sudoarele reci, durerile de cap etc. În fine, bolnav mai mult ori mai puțin, pe orbită, în special în prima zi (evident, prima zi terestră!), este foarte mult de lucru; așa cum se menționa anterior, se încep și se parcurg integral verificările sistemelor navei spațiale. Aceste controale sînt vitale, deoarece orice eveniment, dereglare, parametru, în afara limitelor normale indicate de instrucțiuni, pot conduce la declararea stării de urgență, respectiv a necesității aplicării neîntirziate a unei proceduri de avarie, apte să oprească derularea normală a misiunii și chiar revenirea de urgență la sol... (Asupra acestei probleme se va reveni în paragraful ce urmează).

Deoarece nava spațială parcurge în fiecare secundă aproape 8 km, timpul le pare cosmonauților că se scurge pe orbită mult mai repede, astfel încît și noaptea pare că vine mai repede! (Evident, în numai 90 de minute se efectuează o rotație completă în jurul Terrei). Venirea nopții, admirată din hubloul unei nave pe orbită, este, de asemenea, un eveniment destul de spectacu-

los; sub ochii admirativi ai celor care se află pentru prima dată într-o navă spațială, se „apropie“ de verticala navei zona de tranziție de la zi la noapte, avind o lățime de citeva sute de kilometri; această zonă „vine“ către navă cu o viteză impresionantă, care sporește, într-un anume fel, senzația de incertitudine, de oarecare jenă, privind încrederea în securitate cabinei spațiale. În orice caz, toți cosmonauții au declarat că în timp ce răsăritul de soare pe orbită le-a provocat totdeauna încredere și voioșie, apropierea nopții le-a lăsat o impresie contrară.

În legătură cu aceste fenomene Jean-Loup Chrétien arăta: „...acestea îți apar doar atunci cînd stai lipit cu fața de hubloul cabinei cosmice și uiți de indicațiile învățate să nu te lași detașat de propria-ți navă...“. Desigur, această impresie este de durată scurtă, fiind înlocuită foarte repede de plăcuta apariție a imaginilor continentelor și a altor zone survolate, pe care fiecare astronaut, mai ales la primul periplu spațial, se străduiește să le recunoască după salba de microscopice luminițe care marchează așezările urbane, centrele locuite...

Parcurerea ultimelor din cele aproximativ 90 de minute ale primei orbite este însoțită, de obicei, de încheierea verificărilor și de o intensă legătură radio cu stațiile de la sol. Un moment de fericire: se obține permisiunea de a se scoate grelele și incomodele scafandre spațiale care trebuie puse la... uscat și apoi ancorate, pentru a nu pluti prin cabină și a incomoda astfel echipajul... Acestea sînt umede datorită transpirației membrilor echipajului, parcă ar fi costumele destinate unui regim de slăbire prin eliminare controlată de sudoare!

Toți oamenii spațiului, au apreciat, fără excepție, îmbrăcarea costumelor ușoare de interior, ca o încununare fericită a uneia din cele mai grele etape ale zborului: lansarea! În aceste condiții, cele citeva kilograme bune pierdute prin deshidratare sînt repede uitate, mai ales că se încep și primele încercări de plutire în interiorul cabinei cosmice; ele sînt prilejuite, în majoritatea cazurilor, de necesitatea de a debransa și întrerupe conductele, canalizațiile și cablurile care făceau legătura scafandrelor spațiale la sistemele de supraviețuire proprii cabinei, mai precis a surselor de putere aferente acesteia, și apoi de punerea acestor scafandre la uscat! De altfel, menținerea în stare de imponderabilitate, dacă nu este însoțită de tulburările proprii „maladiei Cosmosului“ provoacă senzația plăcută a plutirii cu minile întinse...

Iată, de altfel, ce mărturisește în acest sens Dumitru Prunariu: „...Pluteam... Da, pluteam! În acel moment imponderabilitatea devenise parte integrantă a vieții mele. Pluteam și parcă nu-mi venea să cred. Spațiul nu era prea mare, mă mai loveam din cînd în cînd, dar senzația nu devenea din această cauză mai puțin pregnantă“. Iar părerea lui Jean-Loup Chrétien: „...Reflexul normal al oricărui om (bineînțeles dacă nu este bolnav!) este de a ride ca un copil care descoperă pe neașteptate un joc cu totul minunat. Deoarece pînă atunci el s-a gîndit la imponderabilitate ca la un fenomen ce-l putea handicapa, iată că tot el a descoperit cît de repede se poate adapta la această stare“, stare care, se poate adăuga, îi devine curînd chiar agreabilă!

Desigur, situația nu este chiar așa de simplă: în imponderabilitate, așa cum s-a mai arătat într-unul din primele capitole, se produce o redistribuire a tuturor lichidelor din interiorul corpului uman; în această stare se constată biologic că cosmonauții parcă și-ar schimba înfățișarea: pomeții ridicăți, ochii mai strălucitori, pielea feței mai întinsă, în general toți apar mai tineri, parcă un necunoscut și ascuns vrăjitor le-ar fi ajutat că întinească... Noua repartizare a singelui în jurul inimii și în special către cap, ca efecte ale imponderabilității, adaugă și alte senzații: nasul este infundat, se manifestă o lipsă totală de gust și chiar de miros, ceea ce va provoca unele dificultăți în alimentație. Există chiar părerea unor cosmonauți că scoaterea incomodelor și transpiratelor costume cosmice provoacă așa o plăcută senzație, încît este mai ușor de suportat senzația neplăcută care însoțește apariția și instalarea fenomenelor proprii imponderabilității.

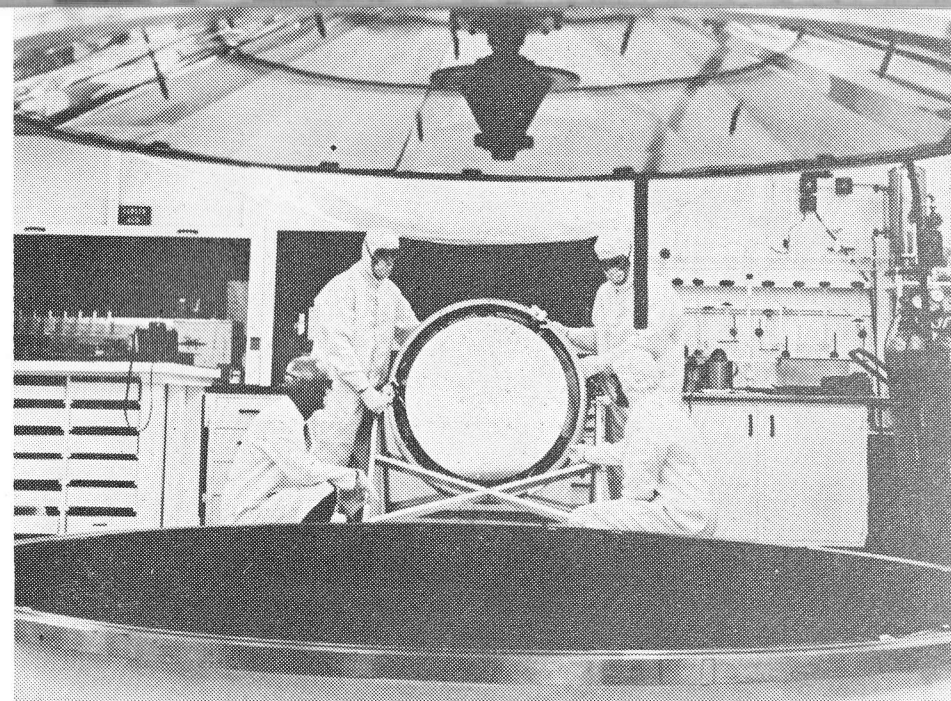
Aminteam anterior de o intensă activitate de radio-legătură cu stațiile de la sol; acum se ia cunoștință de valorile „stabilizate“ ale parametrilor orbitali, căci la începutul celei de-a treia parcurgeri de orbită se încep și apoi se parcurg comenzile (pregătirile?) pentru modificarea planului orbital: această modificare este de regulă cerută pentru întîlnirea cu o țintă spațială: un satelit care trebuie verificat/reparat, o stație orbitală cu care se va efectua cuplarea, o altă navă spațială aflată în derivă și care trebuie ajutată etc. În asemenea cazuri se poate folosi metoda transferului pe una sau mai multe orbite intermediare; această activitate foarte complexă și de mare răspundere, durează citeva ore (pe parcursul citorva orbite circumterestre). Teoretic pro-

blema poate fi ușor de explicat¹, dar în practică ea se dovedește dificil de rezolvat, aproape chiar imposibilă dacă la bord nu s-ar dispune de aparatură electronică computerizată de navigație, iar aceasta nu ar fi în permanență inclusă în fluxul de informații primite de la stațiile de sol precum și de la captatorii „recolta-tori” de date instalați chiar pe aparatul spațial... Ca ipoteze de bază, de la care se pornește, sint totuși parametrii cunoscuți ai planurilor orbitale ale celor două obiecte cosmice artificiale: nava cosmică propriu-zisă și ținta spațială: nava trebuie să-și părăsească propriul plan pentru a se roti în planul țintei... Aceasta înainte ca cele două orbite să fie „coordonate” și abia apoi coinci-dente!

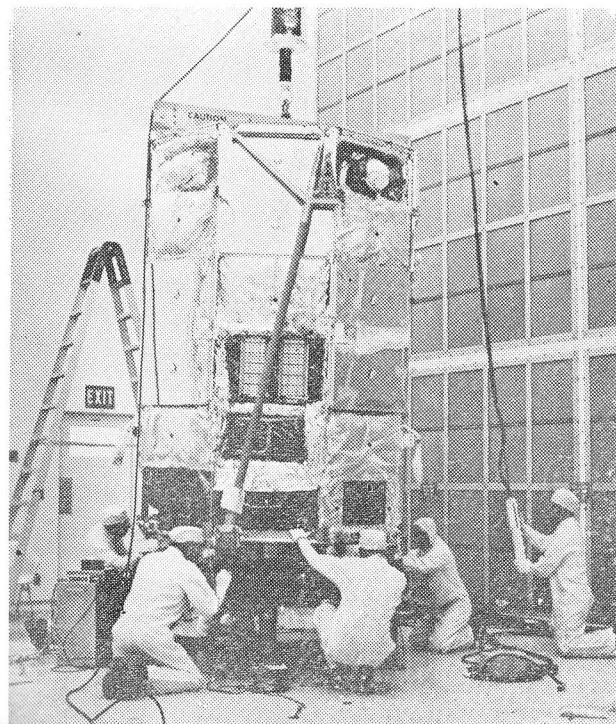
Se poate proceda în mai multe moduri; pentru o mai rapidă înțelegere să exemplificăm cu cazul cuplării dintre o navă cosmică de tip „Soyuz T” (dotată pentru navigația spațială cu acel calcu-lator de bord alintat cu numele de „Pescăruș”), cu o stație știin-țifică orbitală de tipul „Saliut 7”; astfel, pentru a „armoniza” orbitele celor două aparate cosmice, trebuie mai întâi ca planu-rile lor să fie făcute coincidente. În acest scop se procedează în două etape; mai întâi trebuie ca „Soyuz” să-și părăsească orbita inițială, folosind în acest scop pornirea pe timp limitat și precis a motorului de propulsie sau de marș (un ansamblu de zece mo-toare rachetă cu tracțiunea având o anumită și bine precizată valoare, 1 000 N).

Astfel, orice modificare a traiectoriei devine o problemă de moment al pornirii acestui motor și de orientare a direcției vec-torului forței de tracțiune; la aceasta se adaugă, obligatoriu, durata funcționării motorului de marș. Ca urmare, intrarea navei „Soyuz” într-un așa-numit plan orbital intermediar, metodă care se mai folosește pentru cuplarea a două aparate orbitale, nu poate fi utilizată. A trebuit ca să se asigure mai întâi trecerea navei „Soyuz” pe o orbită mai înaltă și circulară, ai cărei parametri să fie apropiați de cei ai planului orbital al stației „Saliut” (trebuie — așa cum precizează D. Prunariu — ca „apogeul orbitei navei Soyuz să intersecteze orbita stației Saliut”). În acest scop se folo-sesc sistemul de navigație al navei cosmice cu calculatorul său

¹ În lucrarea *La cinci minute după Cosmos*, cosmonautul Dumitru Prunariu reușește o explicare foarte clară a „...felului cum se realizează un zbor cosmic, urmat de o cuplare spațială a două obiecte...”. După explicație conchide, pentru amatorii de precizie și de emoții: „...pentru a înclina planul orbitei numai cu un grad față de poziția lui inițială, este nevoie... de peste 300 kg de combustibil. Nava are în rezervă circa 900 kg...”



Pregătiri pentru lansarea satelitului „Copernicus” cu destinații astro-nomice și astrofizice (inclusiv fluxurile de radiații cosmice): a — ve-rificarea oglinzii de 82 cm; b — teste de completitudine.



de bord, micromotoare-rachetă pentru orientarea și modificarea poziției navei, precum și alt motor pentru propulsie destinat modificării traiectoriei.

Anterior începerii modificării traiectoriei, trebuie ca echipajul să-și reia locurile în cabina de comandă; se reverifică toate sistemele (unele sînt activate doar pentru acest scop), apoi se comandă introducerea în memoria „Pescărușului” a datelor tridimensionale ale problemei! Aproape instantaneu, pe display-ul „Pescărușului” apar valorile unghiurilor de poziționare ale navei față de axele de tangaj, rulu și giraj, precum și duratele de funcționare ale motoarelor destinate să aducă aceste valori în limitele necesare; desigur, aceste calcule și, mai ales, manevrele aferente, au o anumită durată. Ele pot fi efectuate fie automat, implicînd „munca” Pescărușului, fie manual, pornind de la valorile afișate în fiecare moment, deci în timp real, precum și a celor necesare să fie obținute, valori care sînt tot timpul afișate de calculator. Ultima metodă se utilizează în cazul cuplajului manual („acostarea orbitală manuală”) dintre o navă „Soiuz” pilotată și o stație „Saliut”; evident, cealaltă oportunitate devine indispensabilă atunci cînd la o stație orbitală de tip „Saliut” trebuie să se cupleze o navă de transport automată de tip „Progress” sau un satelit artificial (cazul satelitului „Cosmos 1443” care, în august 1983, a adus complexului orbital „Saliut 7-Soiuz T9” circa trei tone de materiale necesare echipajului format din Vladimir Liahov și Alexandr Alexandrov, fiind apoi încărcat cu circa 500 kg de materiale și aparate epuizate, care urmau să fie readuse pe sol).

Oricum, cosmonauții care au „acostat” la bordul stației „Saliut” sînt de părere că în ambele cazuri de manevrare pentru cuplare, activitatea este practic aceeași: supravegherea activităților automate implică o participare atît de încordată încît tensiunea este aproape la fel ca și în cazul cînd se pilotează nava... Și de această dată se evidențiază marea deosebire care există între pilotajul unui avion și cel al unei nave spațiale, diferență care l-a determinat pe cosmonautul Prunariu să declare: „Mulți cred că a fi cosmonaut presupune în mod necesar și obligatoriu a fi pilot, dacă nu pe un avion supersonic, cel puțin pe un avion reactiv...”

Nu e necesar ca viitorul cosmonaut să fie un pilot de finețe. Principiile care stau la baza pilotării navelor cosmice, comenzile și numărul lor, sînt total diferite de cele care stau la baza pilotării avioanelor...” Evident, există și alte deosebiri, precum și unele

asemănări, mai ales dacă ne referim la pilotarea navei spațiale pe ultima parte a zborului acesteia, venirea la aterizare; cel puțin aceasta este opinia oficialităților de la NASA, care au desemnat piloții-comandanți de misiune pe navele „Columbia” și „Challenger”: John Young, Joe Engle, Jack Lousma, Thomas Mattingly, Vance Brand (Columbia), Paul Weitz, Robert Crippen, Richard Truly, Vance Brand, Robert Overmayer (Challenger), H. Hartsfield, F. Hawk, K. Bobko, D. Brandestein, Th. Mattingly, (Discovery), dintre piloții cu experiență, uneori chiar cu mare experiență în cadrul zborurilor spațiale (J. Young).

S-ar putea adăuga încă un argument în favoarea celor scrise de D. Prunariu: manevrele de corectare a orbitei sînt atît de complexe și atît de puțin perceptibile fizic celui care le comandă (în schimb perfect înregistrate și redade de calculatoarele de bord), încît folosirea unor puncte de referință exterioare este aproape de neconceput!... Mai întîi pentru că se impun rotații care cer o precizie inferioară la un grad (!) și apoi deoarece nava trebuie să efectueze rotații combinate cu un fel de piruete incomplete și înclinări minime, atît de îngemănate încît oricărui pilot, oricît de talentat ar fi, efectuarea lor în imponderabilitate ar fi de o maximă dificultate, neputîndu-le corela și nici să-și dea seama dacă a efectuat ori nu corect manevra necesară...

Doar acela care a condus sau a participat la o operație de cuplare manuală în Cosmos își poate da pe de-a întregul seama de ce înseamnă această activitate; să ne gîndim la manevrele efectuate de comandanții navelor „Gemini” care, în 1966, și-au cuplat imperfecțiile lor cabine cu rachetele „Agena” aflate deja pe orbită, precum și la eroicul echipaj al navei cosmice sovietice „Soiuz 11” care a inaugurat în 1971, prima stațiune științifică orbitală periodic vizitată de echipaje de cosmonauți.

În același sens trebuie avute în atenție trei momente dramatice trăite în împrejurări oarecum similare, de astronauti de certă competență; mai întîi, James Lovell, comandantul acelei misiuni „Apollo 13” care a ținut cu „răsuflarea tăiată” zeci de milioane de pămînteni în anul 1970; el a trebuit să piloteze *Modulul lunar*, devenit singura șansă de salvare a echipajului pe porțiunea dintre Lună și Pămînt, efectuînd mai multe corecții ale traiectoriei la care orientarea se efectua doar vizînd Soarele prin mira gravată pe sticla de cuarț a hubloului din partea stîngă a *Modulului lunar*... Și aceasta într-o perioadă cînd unii specialiști apreciau că, folosind o asemenea automată, orice pilot putea să-și ducă echipajul spre Lună, fără prea mare efort!... De fapt, chiar Neil

Armstrong a aterizat manual pe Selena, atîngînd momente de tensiune maximă cînd a realizat că dacă lasă această operație în seama pilotului automat, el și cu „Buzz” Aldrin nu vor mai părăsi niciodată vii solul inospitalier al Selenei!...

La 26 octombrie 1968, cînd a luat loc la pupitrul de comandă al navei cosmice „Soiuz 3”, cosmonautul Gheorghe Beregovoi era perfect conștient că orice greșală a sa, cit de mică, ar spulbera definitiv încrederea tuturor, cosmonauți și ingineri, în noul tip de navă spațială, aceasta fiind deja acuzată că a „luat viața” reputatului om al spațiului Vladimir Komarov...

Revenind la problema manevrelor spațiale și a sensibilității deosebite a acestora, trebuie subliniat că nu există nici o senzație fizică la pilot atunci cînd se efectuează concret anumite mișcări ale respectivului vehicul spațial; deci așa-numitul „feed back” — reacția resimțită în manșa pilotului atunci cînd acesta efectuează anumite comenzi pentru manevrarea aeronavei —, în zborul spațial nu poate apărea, neexistînd forțe aerodinamice. Desigur, acestea ar putea fi simulate, dar artificialitatea depășește gradul de eficiență; deci, în ce privește similitudinea cu unele mișcări de pe... Pămînt, mai repede s-ar putea face o analogie cu manevrările comenzilor și pîrghiilor de la jocurile mecanice, care îi încîntă pe copii.

Există totuși o comandă care provoacă reacții resimțite de echipaj: este cazul pornirii motorului-rachetă destinat schimbărilor de traiectorie, ale cărui vibrații se resimt în cabina spațială, deși senzațiile sînt mult atenuate de starea de imponderabilitate, astfel încît un neavizat nici nu ar putea sesiza de unde provin acele vibrații. În schimb, pe ecranele din cabina cosmică apar și se modifică cu viteză cifre care afișează valorile discrete ale parametrelor în continuă modificare. Unii dintre cosmonauți, în special cei la primul lor periplu spațial, au declarat că în acele momente parcă s-au simțit în... simulator (!) în timp ce procedau la parcurgerea operațiilor (simulate) de modificare „pas-cu-pas” a orbitei!

Realitatea zborului cosmic, cu satisfacțiile lui deosebite, dar și cu pericolele de extremă urgență, și-a spus dintotdeauna ultimul cuvînt abia după parcurgerea celei de-a cincea orbite, cînd stațiile de la sol confirmă, de regulă, parcurgerea fără incidente a primei etape a zborului spațial, conform programului!

Tot conform programului, după finalizarea etapei menționate, nava spațială trebuie introdusă în așa-numitul regim de croazieră; aceasta înseamnă că unele sisteme și echipamente vor fi menținute

sub tensiune, dar în regim „neactiv“. Din nou verificări, reluate din lista de proceduri, care, deși se cunosc pe de rost, nu trebuie evitate, deoarece încordarea și oboseala, mai ales în starea de imponderabilitate, ar putea provoca omisiuni de-a dreptul periculoase. În această etapă apare, uneori, „boala Cosmosului“. Iată alt motiv pentru care acest ansamblu de fenomene este prezent în aproape toate programele de cercetări ale misiunilor cosmice cu echipaj, printre care și în cazul navei spațiale; este suficient să reamintim că, atât la misiunea „Spacelab 1“ (1983), cit și la cea de-a patra misiune (D-4, în 1985), atenția a fost concentrată asupra influențelor microgravitației, în special asupra subiecților vii (organisme animale, oameni).

Programele de zbor, atât cele elaborate de specialiștii americani, cât și cele organizate și conduse de colegii lor sovietici, prevăd perioadele de hrană și de odihnă ale membrilor echipajelor spațiale, iar orice îndepărtare de la acestea este imediat sancționată de echipa de comandă/control de la sol. A rămas de referință cazul astronautului Schirra care a luat pe orbită (în una din primele misiuni spațiale) nici mai mult nici mai puțin decât unul din atractivele sandvișuri cu șuncă care-i plăceau atât de mult (!), precum și cel al astronautului-savant, geologul Harrison „Jack“ Schmitt, care în loc să doarmă așa cum îi cereau coordonatorii de zbor de la sol, făcea ore întregi entuziaste descrieri asupra felului cum se vede Terra din nava „Apollo 17“ în drum spre Selenă!...

De multe ori, servitul mesei pe orbită are aspectul unei adevărate activități... programate (!); ea are nu numai scopul de a asigura refacerea puterii de muncă a „oamenilor spațiului“, dar să-i și deconecteze, reducându-le cantitatea de adrenalină acumulată ca urmare a unei prealabile stări de supraexcitare fizică și psihică. S-ar putea asemui cu un fel de... răcire a motorului pînă atunci supra-turat, iar acum pus să funcționeze la ralanti... În anumite situații, înainte sau după mese, astronautii au beneficiat periodic și de luarea unui reconfortant duș!

Aproape toți cosmonauții la prima luare a unei mese pe orbită, au acuzat alimentele că nu au gust nici miros... Desigur, inițial nu se cunoștea cauza acestor senzații foarte stranie (și anume modificările echilibrului și repartiției lichidelor în corpul uman ca urmare a instalării stării de imponderabilitate) și se considera că alimentele nu au fost bine pregătite sau stocate! Atunci ea și acum, folosirea instrumentelor obișnuite pentru luarea mesei este foarte dificilă, din același motiv al stării de imponderabilitate; astfel, atunci cînd se ia în lingură sau pe furculiță o porție de mîn-

care și se duce mai repezitor spre gură, la orice schimbare de direcție a instrumentului de servit respectiv, porția va conserva direcția inițială și pur și simplu va „pleca“ de pe lingura sau furculița care se îndreaptă spre gură! Evident, lipsa greutății joacă cosmonauților contemporani cam aceleași feste care le juca și ipoteticii eroi ai scriitorului Jules Verne în povestirea *De la Pămînt la Lună*...

Preparativele pentru dormit implică deschiderea sacilor de dormit, după ce au fost extrași din compartimentele unde aceștia sînt depozitați, cînd nu se folosesc; tensiunea „zilelor și a nopților“ scurse pe parcursul primei zile terestre în spațiu cere, mai ales în aceste condiții, o binemeritată odihnă. Dacă excitarea este atât de mare încît nu se poate dormi, se cere permisiunea medicului din echipa de la sol să se ia un soporific. Așa cum se afirma mai înainte, sînt și cazuri cînd cosmonautul nu numai că nu poate dormi, dar simte imperios dorința de a comunica celor de „jos“ ceea ce simte sau vede el, apreciind că este atât de important încît nu le „poate ține“ doar pentru el sau să le noteze în caietul personal... „Ah, dacă ați putea vedea ceea ce văd eu acum!... Dacă cineva se mai îndoiește de teoria derivei continentelor, nu trebuie decât să-mi ia locul pentru a fi imediat încredințat!“ Iată cîteva din exclamațiile astronautului Schmitt, în acea memorabilă noapte de insomnie petrecută după primă sa zi (!) pe orbită. Nici cosmonautul sovietic Vladimir Liahov nu a fost scutit de unele abateri de la disciplina de somn, dar din cu totul alte motive: și-a pierdut ceasul!

*
* *
*

Din relatarile cosmonauților sovietici și din discuțiile purtate cu Dumitru-Dorin Prunariu a rezultat că una din cele mai dificile perioade ale primei zile în spațiu (pentru cosmonauții din navele „Soiuz“ care aveau ca misiune cuplarea cu o stație orbitală de tip „Saliut“) îl constituia pregătirea și ulterior efectuarea cuplării celor două aparate spațiale. Deoarece în lucrările lor, toți cosmonauții și ceilalți specialiști alocă un spațiu remarcabil și chiar un fel de atenție... respectuoasă acestei activități, ea va fi expusă în continuare, bineînțeles în părțile care privesc aportul omului, chiar a celui care este înzestrat cu înalta calitate de astronaut sau cosmonaut.

Activitatea începe prin îmbrăcarea grelelor (și încă umedelor de transpirație) scafandre spațiale; evident, nefiind încă uscate, acestea sînt dificil de îmbrăcat și purtarea lor este neplăcută,

smulgînd uneori chiar o expresie de minie și neplăcere din partea acelor oameni ai spațiului care sînt mai expansivi. Frunțile membrilor echipajului nu ajung să se descrețească decît după ce li se anunță prin radio de la sol că verificarea aparaturii, echipamentelor și a celorlalte date de zbor s-a încheiat cu rezultate satisfăcătoare, în special pentru acele agregate implicate în pretențioasa acostare...

Pasul următor în cadrul acestei etape constă în demararea operațiilor de transfer pe orbita urmată de stația-țintă, activitate care trebuie să înceapă cu verificarea orientării aparatului spațial, respectiv a obținerii celor mai precise informații despre atitudinea acestuia (în raport cu anumite repere astronomice considerate fixe pe bolta cerească)¹. Urmează pornirea comandată de calculator a motoarelor-rachetă de orientare, calcularea aproape instantanee a valorilor accelerațiilor și decelerațiilor, stabilirea limitelor intervalelor pentru funcționarea micromotoarelor de orientare, parcurgerea unor porțiuni de orbite circulare care se deformează conform dispozițiilor calculatorului de navigație sau a echipajului, modificări succesive ale rotațiilor unghiulare, punerea în funcțiune a radarului de întîlnire, verificarea sistemelor de cuplare etc. Apoi se succed cu repeziciune, nenumărate verificări și corectări ale parametrilor de zbor și cei ai instalațiilor de la bord, urmărirea acestora căzînd în sarcina nemijlocită a echipajului care, la nevoie poate prelua sarcina automatelor de la bord. Tensiunea și încordarea la bord este amplificată de faptul că toate aceste verificări,

¹ Prin orientarea unui aparat spațial se înțelege ansamblul de manevre și operațiuni (comandate manual sau automat, de către un fel de pilot automat înzestrat cu unul sau mai multe calculatoare specializate), care se finalizează prin numeroase și foarte discretizate mișcări unghiulare ale respectivului vehicul spațial, pînă la obținerea unei anumite atitudini, determinate de succesiunea de cerințe pentru manevrele ulterioare. Aparatului spațial i se atașează un triedru de referință ale cărui axe sînt alese după modelul axelor de tangaj, ruli și giraj din aeronautică. Poziția acestui triedru în raport cu axele de referință sau cu platformele stabilizate giroscopic de la bordul aparatului spațial respectiv, poate fi stabilită cu ajutorul unor instrumente specializate, de exemplu bazate pe efectul laser. Cuplurile de forțe aplicate aparatului (navă, stație automată, satelit etc.) spațial în timpul manevrelor de orientare sînt produse cu ajutorul unor jeturi orientate care fac parte din sistemul activ de orientare. Asemenea forțe de valori reduse pot fi obținute și cu ajutorul unor cîmpuri de forțe exterioare (gravitaționale, magnetice, de presiune a radiației etc.), alcătuiind astfel așa-numitul sistem pasiv de orientare. Menținerea unei anumite atitudini poate fi asigurată și prin mijloace interioare aparatului cosmic, care constau din modificarea momentelor cinetice ale unor rotoare așezate în aparatul cosmic pe axe convenabil alese, acționate de micromotoare electrice; variația comandată a rotațiilor acestor rotoare provoacă cupluri de forțe reactive utilizabile.

corectări, urmăriri și, eventual, intervenții ale echipajului, *trebuie* să se înscrie neapărat în cel mult două rotații ale navei, deoarece radarul de interceptare al navei „Soiuz” a și localizat ținta spațială (stația „Saliut”), pe care în curînd o vor „prelua” radarurile de proximitate integrate în sistemul care asigură alinierea celor două nave cosmice.

O foarte importantă manevră o constituie frinarea navei urmăritoare astfel încît viteza de apropiere a acesteia să scadă treptat de la 50 m/s (circa 180 km/oră), cit era atunci cînd „Saliut” a fost pentru prima dată „prinsă” în obiectivul radarului de întîlnire, la numai 1,5 km/oră, iar această importantă manevră trebuie efectuată doar pe parcursul a cîteva zeci de km, deci extrem de rapid. Altfel, doar 7 minute s-ar fi derulat pînă în momentul cuplării, or această perioadă este mult prea redusă pentru pregătirea și efectuarea cuplării, fără a mai spune nimic despre pericolele ciocnirii în Cosmos a celor două nave care s-ar fi apropiat cu o viteză relativă mult peste limita de securitate...

După încetarea frinării și aducerea navei „Soiuz” într-o poziție corespunzătoare cuplării, se pornesc micromotoarele-rachetă de manevră și atitudine, comandantul echipajului începînd urmărirea vizuală a țintei, a apropierii de acesta; în această scop este folosit acel... periscop, denumit „Vizor”... Cu ambele miini pe comenzi, cosmonautul-comandant urmărește datele de proximitate afișate pe display-ul calculatorului de bord, atent și la acei parametri care se disting prin valori dublate și în fonie. Cele mai importante date în acea perioadă se pare că se referă la: viteza de apropiere de stația-țintă și distanța la aceasta, abaterile unghiulare față de colinearitatea axelor longitudinale ale celor două aparate spațiale... La o depărtare de 4—5 km, începe una din cele mai dificile etape; tensiunea în nava cosmică atinge cote de vîrf.

Uneori, parcă fără voie, gîndul în aceste momente zboară la data de 10 aprilie 1979, cînd echipajul format din Nikolai Rukavișnikov și Gheorghi Ivanov s-a confruntat, la bordul navei „Soiuz 33”, cu o defecțiune la funcționarea motorului de marș al navei. Urmarea acestui neplăcut incident: a fost folosit motorul de rezervă care a adus nava „Soiuz” (mai precis modulul de coborîre) intactă la sol, dar a trebuit să se aplice o metodologie de avarie: pilotarea manuală a navei pe porțiunea de ieșire din orbită, care în final a condus la revenirea pe o pantă mai abruptă ca de obicei, ceea ce a provocat echipajului suportarea unei suprasarcini de 8—10g...

Din punct de vedere tehnic, specialiștii sovietici au luat următoarele măsuri care s-au dovedit de bun augur și, mai ales, eficiente: a) după ce o navă de transport automată a efectuat la scurt timp o cuplare automată cu stația „Saliut“, aducând echipajului cele de trebuință, a fost rindul unei nave „Soiuz“ nepilotate să se apropie și apoi să se cupleze automat în perfectă siguranță, de stația respectivă. Cu această navă, a revenit pe sol echipajul care a stat pe orbită 175 de zile (stabilind pe atunci un învidiat record!) fără a vedea nici unul din colegi ajungând în stație; b) au fost terminate testele unei noi nave „Soiuz“, perfecționate, denumită „Soiuz T“, organizată pentru trei cosmonauți și prevăzută cu calculatorul „Pescărușul“ la bord (calculator de navigație modern). După ce a reușit, încă în anul 1979, o cuplare automată cu stația „Saliut“, nava „Soiuz T2“ a fost folosită la 6 iunie 1980 de echipajul format din Iuri Malișev și Vladimir Aksionov, pentru omologarea ei în zbor. O defecțiune de afișaj electronic a ridicat mult... tensiunea echipajului, care a trebuit să preia comanda navei, începând de la o depărtare tensionantă de numai... 200 metri de țintă. Echipa de la sol, intrată și ea în alertă, a ordonat echipajului stației „Saliut 6“ (Leonid Popov și Valeri Riumin) să părăsească temporar stația „Saliut“ la bordul navei „Soiuz“ cu care veniseră la 9 aprilie același an... Totul s-a sfârșit cu bine, demonstrând încă odată gradul înalt de pregătire al cosmonauților din programul „Soiuz-Saliut“...

În perioada de apropiere a celor două aparate spațiale, toți cosmonauții au declarat că stațiile-țintă strălucesc în bătaia razelor solare, pe fondul negru al Cosmosului, ca niște bijuterii cu diamante plasate pe o catifea de culoarea abanosului!

Pilotarea automată a navei continuă și atunci când viteza a scăzut la numai 2,5—3 m/s, aparatele fiind distanțate la numai 400 m, depărtare de la care se începe faza finală a joncțiunii. Corecțiile sînt extrem de mici și de numeroase, calculatorul de bord și sistemul de navigație depășind prin viteză, sensibilitate și acuratețe orice fel de manevră efectuată manual. În „Vizor“ și hublouri dimensiunile corespunzătoare celor 19—20 t ale stației „Saliut“ par și mai impresionante, ocupînd aproape tot spațiul vizual ale celor din nava „Soiuz“... Este adevărat că membrii echipajelor nu mai sînt stresați privind siguranța cuplării, deoarece încă de cînd între cele două aparate spațiale era o distanță de 1 500 m se știa gradul de siguranță al operației de cuplare; totuși, acum cînd viteza este de numai 2,75 m/s și pînă la joncțiune mai sînt doar 140—150 de secunde (!), stația „Saliut“, cu luminile

de poziție pulsînd continuu, apare enorm de mare și oarecum agresivă, cu acel con de cuplare îndreptat spre mica navă „Soiuz“, strălucind în culorile argintiu și vernil... Pe ecranul „Vizorului“ apar reperele de distanțe și unghiulare, de atîtea ori urmărite la simulator, încît parcă totul nu este aieuea, ci doar o secvență după care instructorii vor da calificativul... Aici, acum însă, calificativul îl va da practica ce nu admite nici o greșeală... Distanțele și vitezele scad mereu, s-ar zice în același ritm cu care crește tensiunea echipajului... Cel mai lung interval este ultima porțiune de 10 m cînd, deși viteza de apropiere este de numai 0,5 m/s, tot se pare că cele două vehicule se apropie prea repede... Apoi, un șoc ușor și... URA! Joncțiunea a avut loc, deoarece zgomotele seci ale lacătelor de zăvorire par să sublinieze: totul s-a desfășurat conform programului, astfel încît în curînd echipajele se vor întîlni, sărbătorind — la fel de bucuroși ca și cei din echipa de la sol — evenimentul întîlnirii pe orbită!

Întîlnirea pe orbită are semnificații majore, nu numai cele privind reușita unor proceduri tehnice ci și eficacitatea materialului tehnic pus în joc pentru asigurarea unei durate mari de ședere în Cosmos a unor echipaje periodice aprovizionate sau chiar înlocuite; la 17 iulie 1975 s-au întîlnit și cuplat pe orbită aparatele spațiale „Soiuz“ și „Apollo“⁵ cosmonauții sovietici Leonov și Kubasov stringînd prieteneste minile colegilor lor, astronautii americani Stafford, Slayton și Brand. Ulterior, de pe cosmodromul Baikonur și-au luat zborul echipaje internaționale, formate din cosmonauți sovietici, din țări socialiste și din alte țări, demonstrînd încă o dată că tehnica joncțiunii pe orbită (atît de bine pusă la punct astăzi), ajută la mai buna cunoaștere și împrietenire a oamenilor de pe toate continentele, adevărată cheazășie a PĂCII!

ȘI DACĂ, TOTUȘI, ACOLO SUS, APARE O DEFECȚIUNE?...

Este normal ca să existe deosebiri mari între pregătirea unui zbor cosmic îndelungat și unul de scurtă durată, așa-numitul zbor de tip standard (termen complet neadecvat, dar nu a fost găsit altul) care durează 6—8 zile, din considerentele prezentate

cel puțin parțial într-unul din paragrafele anterioare. De fapt, pentru pregătirea unui zbor cosmic, preponderente nu sînt durată acestuia sau numărul de participanți — factori deloc de neglijat, de altfel —, ci cantitatea de activități ce trebuie efectuate în spațiu. S-ar putea afirma că, de regulă, un zbor de durată redusă, acel așa-numit zbor standard este mai „înghesuit“, fiecare minut din programul de zbor fiind bine gîndit în economia misiunii, deci programul este necesar să fie urmat întocmai planului de zbor în prealabil fixat. În aceste condiții, este normal ca înaintea lansării, tracul propriu oricărei activități de maximă importanță să fie aproape fără excepție, prezent...

Cu toată experiența acumulată în sfertul de veac care aproape s-a scurs de la memorabilul periplu cosmic al primului pămîntean care a evoluat pe orbită — Iuri Gagarin — există și în prezent un anumit factor de risc la fiecare zbor spațial, determinat în principal de faptul că nu se pot evita complet incidente de genul exploziei rezervorului de oxigen din modulul de serviciu al cabinei „Apollo 13“...

În schimb, nu este admisibil ca echipajului să nu i se asigure mijloace pentru securitate la un nivel de peste 99,99%... Desigur, această sarcină revine, de regulă, sistemelor automate dublate și chiar triplate, din interiorul vehiculului spațial în ansamblu, dar încă de la primele ore petrecute în cabina spațială, după intrarea în așa-numitul regim de croazieră, echipajul are obligația de a se consacra verificărilor tuturor sistemelor navei. În acest fel se evită observarea în timpul zborului, mai ales în etape cruciale pentru securitatea sau îndeplinirea misiunii, a eventualelor defecțiuni sau pene ascunse, a căror remediere este ori imposibilă în timpul avut la dispoziție, ori poate conduce la ratarea obiectivelor zborului respectiv.

În cazul cînd ratarea misiunii ar fi absolut necesară, inclusiv comandarea reîntoarcerii cu sistemele de avarie la sol, trebuie să nu se omită că faza revenirii poate crea mari dificultăți, pericole chiar, astfel încît se impun verificările periodice ale tuturor sistemelor, inclusiv a acelor care semnalizează locul unde a aterizat (amerizat) nava spațială în derivă.

Se impun unele exemplificări, mai ales deoarece însuși titlul paragrafului pornește de la o legitimă (și omenească) întrebare: „...Și dacă, acolo sus, apare totuși o defecțiune?“ Unul din primele cazuri care au evidențiat necesitatea unei bune pregătiri pentru cunoașterea mijloacelor și a metodelor de supraviețuire

în cazul unei aterizări în grave condiții de avarie, a fost ocazionat de zborul astronautului american Malcolm Scott Carpenter: pe cînd evolua pe una din primele orbite după lansare (161/262 km), la circa o oră după lansare, astronautul a trebuit să facă față unei defecțiuni a sistemului de termoreglare în cabină, unde temperatura s-a ridicat pînă la 50°C; în aceste condiții el a trebuit să-și orienteze singur nava spațială, coborîrea și amerizarea efectuîndu-se corect. Dar, deoarece instalația de radio-emisie/recepție s-a defectat, „Aurora 7“ nu a putut fi descoperită decît greu și tirziu de echipele de intervenție și salvare. Echipajele elicopterelor și „oamenii-broască“, cei care recuperează astronautii și cabinele lor din ocean, au făcut tot ceea ce a fost posibil, dar cabina a amerizat la 400 km depărtare de locul planificat, iar sistemele de semnalizare — așa cum menționasem deja — nu funcționau... Cînd a fost găsit, în sfîrșit, Carpenter era aproape înghețat în barca sa de salvare și ulterior avea să declare că din tot periplul său, recuperarea i-a provocat cele mai dificile momente...

*
* *
*

...Sala de conferințe botezată „Diana“, de la etajul I al luxosului hotel budapestan „Duna Intercontinental“, devenise neîncăpătoare pentru numărul foarte mare al celor care doreau să participe la conferința specialiștilor sovietici participanți la cel de-al 34-lea Congres internațional de astronautică (9—16 octombrie 1983), conferință consacrată programului spațial actual sovietic. Cu această ocazie, prof. dr. Konstantin Feoktistov, cosmonaut și renumit om de știință, a informat despre aspecte tehnice privind sarcinile programelor sovietice de explorare a Cosmosului, acad. Vl. Kotelnikov a dezvăluit că Uniunea Sovietică urmează un program de construire a stațiilor orbitale pentru misiuni îndelungate, dar și de realizare a unor vehicule spațiale reutilizabile, iar cosmonauta Svetlana Savițkaia a comentat în limba engleză filmul pe care l-a făcut în timpul recentului ei periplu cosmic...

Atunci cînd echipajul se imbarcă în nava cosmică, situată tocmai sus pe racheta purtătoare, propulsată de motoare-rachetă deosebit de puternice, racheta purtătoare este deja alimentată cu propergoli și alte fluide de lucru, fiind ceea ce se numește un fel de „bombă“; ea conține lichide care pot provoca o explozie cu mare putere de distrugere... Oricît ar fi de obișnuiți cu pericolele misiunilor aeriene sau chiar spațiale efectuate anterior, nu-și

poate nimeni imagina că „oamenii spațiului” ar fi total insensibili la eventualitatea producerii unui accident, sau chiar a unei explozii, mai ales că încă anterior dării comenzii pentru pornirea motoarelor, fluidele menționate circulă la presiuni ridicate prin conducte menținute la diferite temperaturi, constituind mereu un pericol potențial... Atunci când racheta este pregătită pentru a fi lansată, iar echipajul se află instalat în cabină, orice defecțiune la instalațiile rachetei se poate oricând transforma într-o dramatică explozie; astfel, echipajul trebuie să aibă prevăzute mijloace aproape instantanee care să îndepărteze cabina cosmică de „bomba” pe cale de a exploda, care este acea rachetă agonizândă...

Problema nu a constat niciodată în găsirea unei soluții tehnice în acest sens, deoarece încă înainte de zborul cosmic al primilor cosmonauți (Gagarin, Titov în 1961, Glenn în 1962) fusese pus la punct mijlocul de catapultare a piloților de pe avioane supersonice în caz de avarie și pericol iminent, indiferent de valoarea altitudinii și a vitezei aparatului de zbor¹. Pe un principiu oarecum similar a fost construit de specialiștii realizatori ai rachetelor spațiale acel așa-numit „turn reactiv de salvare”, al cărui motor-rachetă cu pulbere o dată omorsat detașează foarte repede cabina cu echipajul în primejdie de racheta purtătoare în pericol de a exploda pe rampa de lansare, și o duce suficient de departe și de sus, încât ulterioara deschidere a unor parașute speciale asigură revenirea în deplină siguranță a echipajului la sol...

O dată găsită și perfecționată metoda turnului reactiv de salvare, a apărut întrebarea dacă folosirea acestei ultime soluții trebuie să fie la latitudinea echipajului sau a echipei de conducere și urmărire de la sol a zborului; au fost argumente pro și contra pentru fiecare alternativă, iar în final și soluționările importantei probleme au diferit și ele; convinși că îmbrăcați în grelele costume de suprasarcină de la lansare, cosmonauții nu vor putea fi suficient de prompti și nu pot avea destule date concomitent pentru a lua decizia de catapultare în timp util, diriguitorii cosmonauticii sovietice au încredințat această sarcină de maximă responsabilitate echipei din sala de conducere a zborului.

Pornind de la experiența astronautului John Glenn, care a trecut încă de la lansare prin momente extrem de grele (startul său a fost aminat de mai multe ori, el neștiind dacă din cauza

¹ Încă din anul 1956, câteva firme specializate, printre care și cea americană „Martin-Becker”, au experimentat și apoi omologat scaunul de catapultare de tip „zero-zero”, adică funcționează cu succes la „altitudine” zero metri și a vitezei 0 km/oră!

unor simple defecțiuni sau dacă a apărut un pericol iminent la rampă...), astronautii americani și-au impus punctul de vedere: salvarea și sistemele aferente acestuia se vor comanda de la pupitrul de conducere al cabinei respective. Pentru că am amintit de zborul primului astronaut american, trebuie spus că încă din momentul când a ajuns pe orbită, Glenn a trebuit să comute acționarea sistemului de conducere pe poziția „manual”, din cauza defectării sistemului de orientare al navei...

Desigur, în afara unui sentiment de încredere mărită, acest mod de soluționare a problemei salvării echipajului are și unele inconveniente; spre exemplu, cu ocazia zborului navei spațiale americane „Gemini 6A” (care poseda pentru salvarea astronautilor scaune catapultabile!), echipajul format din Walter Schirra jr. și Thomas Stafford a observat că, deși motoarele-rachetă ale vehiculului port-cabină cosmică fuseseră pornite, calculatorul de la bord a semnalizat o importantă defecțiune care, chipurile, ar fi provocat întreruperea motoarelor chiar pe panta de ridicare a rachetei! Desigur, pericolul apărea ca iminent, astfel încât comandantul „Wally” Schirra a și pus mina pe minerul comenzii de catapultare a ambilor membri ai echipajului; el nu avea să mai apese butonul final, deoarece semnalul ce precede iminența catastrofei nu a apărut... Zgomotele s-au oprit, o dată cu încetarea funcționării motoarelor, care ÎNCĂ nu ridicaseră racheta de pe rampa sa de lansare, iar astronautii și echipele de la sol au putut răsufla ușurați... Pericolul trecuse! Evident, singele rece și, mai ales, buna cunoaștere a sistemelor de salvare de către cei doi astronauti, au restrâns accidentul, totul rezumându-se la remedierea defecțiunilor semnalate de calculator, iar peste două zile acel zbor avea să devină unul din succesele programului „Gemini”...

Asemenea turnuri reactive de salvare au fost montate pe virfurile rachetelor purtătoare ale navelor spațiale „Vostok”, „Voshod”, „Soiuz”, „Mercury”, „Apollo”; în cazul rachetei „port-Soiuz” („Zemiorka”, cum o numesc unii din cosmonauții participanți la programul „Intercosmos”), au fost utilizate rachete cu o forță de tracțiune de 400 000 N...

În perioada anterioară lansării mai există și pericolul apariției unui focar de incendiu în cabină; să ne reamintim de tragica dispariție a echipajului prim al cabinelor „Apollo” care, în ianuarie 1967, în timp ce efectuau, în cabina plină cu oxigen pur, un „zbor” de antrenament la sol, au căzut victimă unui incendiu provocat de un scurtcircuit în instalația electrică. Măsurile adoptate de spe-

cialiștii americani, asupra cărora s-a insistat într-un paragraf precedent, au evitat repetarea de asemenea regretabile evenimente, dar în acest fel s-a evidențiat și pericolul care poate oricând apare, al incendiilor în spațiul restrins al cabinelor spațiale. În ce-i privește pe cosmonauții sovietici, ei nu folosesc la inspirație oxigenul pur, ci doar amestecuri respirabile în care participă și gaze neutre. În ambele cazuri, folosirea costumelor spațiale ignifugate, a materialelor care nu ard și nu întrețin arderea, în construcția interioarelor cabinelor spațiale și alte măsuri, au împiedicat repetarea de asemenea dramatice momente.

*
* *
*

Toți specialiștii și, mai ales, cosmonauții, sînt de acord că perioada zborului cosmic cuprinsă între faza de decolare și pînă la intrarea pe orbită, reprezintă faza cea mai riscantă a unei misiuni spațiale. Se știe că lansarea constă din două faze: mai întîi ridicarea verticală a ansamblului format din racheta purtătoare și aparatul spațial pilotat, pînă cînd este depășită granița atmosferei terestre; apoi traseul se curbează progresiv, pînă ajunge să fie chiar paralel cu... curbura Terrei. În această ultimă fază, accelerația imprimată continuu navei cosmice îi permite acesteia să atingă valoarea primei viteze cosmice pentru altitudinea respectivă.

În această perioadă toate sistemele funcționează la regimuri de vîrf, secvențele se succed conform programului, pornirea, respectiv oprirea, motoarelor-rachetă este asigurată cu precizii inferioare la o secundă, declanșarea buloanelor explozive pentru detașarea diferitelor etaje reactive funcționează cu o precizie de cronometru, declanșîndu-se instantaneu... Se poate afirma că acum există adunate cele mai multe cauze pentru apariția unei defecțiuni, a unei pene din cele mai grave... Evident, în aceste momente se află sub tensiune atît sistemul principal de detectare a penelor, cît și sistemul de acționare în caz de avarie.

Beneficiînd, de cele mai multe ori, de mai multe procesoare, sistemul principal supraveghează și verifică, de mai multe ori într-o secundă (!), un anumit număr de parametri funcționali de maximă importanță, a căror dereglare poate conduce fie la oprirea lansării, fie la necesitatea ca echipajul să fie îndepărtat instantaneu de racheta în pericol de a exploda, folosind în acest caz acel așa-numit turn reactiv de salvare... În cazul rachetelor care lansează

pe orbită navele cosmice „Soiuz“, acești parametri sînt grupați în patru categorii: situația motoarelor-rachetă ale vehiculului purtător; parametrii înregistrați de stațiile de la sol; valorile accelerațiilor; poziția ansamblului cosmic.

În cazul parametrilor aferenți funcționării motoarelor, semnificativă este valoarea presiunii statice în camera de ardere a fiecărui motor; în ce privește valorile accelerațiilor, problema implică două aspecte: accelerația instantanee trebuie să se mențină constantă, abaterile înscriindu-se cel mult într-un diapazon de 0,3g! În ce privește integrala accelerațiilor pe traiectorie, aceasta trebuie să se înscrie în cerințele valorilor antecalculate, pentru ca evoluția să fie corectă. Toleranțe dintre cele mai strînse se referă la parametrii care vizează atitudinea rachetei, deoarece aceasta implică modificări nepermise ale traiectoriei datorită combinării manevrelor de rulu și tangaj; orice depășire a limitelor toleranțelor poate antrena înclinări periculoase și chiar oscilații sau răsturnări dezastruoase. Reproducerea, eventual, pe un display special, a unora din parametrii funcționali și a altor informații care sînt obținute în mod continuu în Sala de urmărire a zborului din cadrul Centrului de control, poate — uneori — să furnizeze date prețioase asupra unei situații grave, chiar înainte ca aceasta să fie sesizată de calculatoarele de la bordul navei cosmice... În acest caz, depășirile nepermise ale valorilor admisibile pentru oricare din parametrii apreciați ca vitali declanșează automat sau manual procedura de încetare cu avarie a misiunii și salvarea echipajului.

Întrucît cazurile prezentate au fost exemplificate folosind proceduri utilizate de cosmonautica sovietică, se va menține în continuare, pe cît posibil, același procedeu... Astfel, în primele 20 de secunde de la darea comenzii de start, în caz de pericol iminent la rampă, nava cosmică cu echipajul este efectiv „smulsă“ din virful rachetei devenită periculoasă, cu acel turn reactiv de salvare al cărui motor-rachetă dezvoltă forța maximă de tracțiune în acele momente dramatice. În perioada de la finele acestor prime 20 de secunde și pînă la largarea celui „turn“ salvator, salvarea se așteaptă tot de la racheta cu pulbere a „turnului“, dar de această dată valoarea tracțiunii rachetei turnului este „limitată“! În ambele cazuri, în afara șocului resimțit la aprinderea rachetei turnului, echipajul are de parcurs pînă aproape la sol un amplu „arc balistic“, după care intră în funcțiune parașutele, apoi motorul de frinare și aterizare lină, conform „scenariului“ obișnuit.

În intervalul cuprins între momentul largării „turnului“ și îndepărtarea automată a învelișului de protecție aerodinamică a

navei spațiale, nava se va desprinde de ultimul etaj al rachetei — în caz de pericol —, folosind micromotoare-rachetă fixate chiar pe învelișul de protecție aerodinamică! După ce și acest înveliș a fost lărgit, despărțirea forțată de etajul reactiv care are o avarie se face folosind chiar motorul propriu al navei cosmice. În ultimele două cazuri, întrucât altitudinea depășește 100 km, dar viteza de zbor a navei este totuși mică, aceasta va pătrunde în atmosferă sub un unghi mare, astfel încât frinarea aerodinamică este foarte intensă, iar decelerațiile ating și depășesc 20g!...

Probleme deosebite, privind soluționarea cu avarie a salvării echipajului în aceste etape, ridică concepția navei spațiale. Pentru a înțelege cum pot fi organizate acțiunile de salvare cu avarie în acest caz, considerăm necesare câteva detalii asupra sistemelor navei spațiale americane, legate de compartimentele conținând membrii echipajului.

În partea frontală a fuselajului anterior al aparatului orbital din compunerea navei, pot lua loc pînă la patru astronauți și trei specialiști de misiune, împărțind o cabină organizată pe două nivele, cu un microclimat format din amestec azot-oxigen la o presiune de 10,1 N/cm² (spre deosebire de navele americane anterioare, unde presiunea nu depășea 3,5 N/cm²). Partea superioară frontală a fuselajului anterior al navei cuprinde postul de pilotaj, cu comenzile blocului celor patru calculatoare de bord, plus calculatorul de coordonare al acestora, comenzile și instrumentele de urmărire vizuală și prin radio, cu ajutorul cărora piloții supraveghează și pot acționa pentru manevrele orbitale ale reintrării în atmosferă după schimbarea corespunzătoare a orbitei, a venirii la aterizare, pentru acționările asupra încărcăturii navei și, bineînțeles, pentru acele comenzi destinate salvării în caz de avarie. La acest nivel acționează comandantul de bord, pilotul aparatului orbital, șeful misiunii respective precum și un astronaut-specialist, însărcinat — printre altele — cu urmărirea comportării sarcinii utile. Comandantul de bord și pilotul navei au scaunele alăturate, oarecum ca la aeronavele de pasageri, posedînd, de asemenea, comenzi duble; aceasta le asigură posibilitatea de a se suplini în cazul apariției unor avarii, pentru a asigura revenirea la bază a aparatului orbital.

Compartimentul inferior al cabinei este rezervat celor trei membri specialiști ai echipajului; aici este încorporată „bucătăria”, inclusiv sursa de apă caldă, frigiderul pentru alimente, sala de masă, echipamentele sanitare, compartimentele scafandrelor spa-

țiale, cușetele destinate repausului fiecărui membru al echipajului, echipamentele sanitare etc. Această parte a cabinei este astfel concepută încît poate fi ușor suplimentată cu încă trei locuri, pentru cazurile misiunilor destinate recuperării și salvării din spațiu a unor echipaje aflate în dificultate. În o asemenea alternativă, aparatul orbital al navei conține, neapărat, scafandrele spațiale și ranițele de supraviețuire indispensabile ieșirilor extravehiculare.

Ieșirile în spațiu se pot efectua prin intermediul unei ecluze presurizate și a unei deschideri presurizate și etanșeizate, practicate la partea inferioară-laterală a cabinei. Sub pardoseala cabinei inferioare se găsesc sistemele de control al microclimatului cabinei, sisteme la care accesul este asigurat prin ridicarea unor trape mobile.

Sursele de energie electrică ale navei sînt formate din trei pile de combustie, cu puterea cuprinsă între 2 și 12 kW (în condiții de vîrf al consumului energetic la bord, dar nu mai mult de 15 minute la fiecare trei ore!), folosind drept combustibil hidrogen lichefiat (42 kg) și oxigen de asemenea lichefiat (354 kg); aceste substanțe sînt incluse în două rezervoare criogenice dispuse, împreună cu pilele respective, în compartimente special pregătite și etanșeizate. Din cei 1530 kWh eliberați de aceste pile, 264 sînt rezerva pentru cazuri de avarie la bord; pentru cazul unor misiuni care depășesc standardul a șapte zile, se iau la bord rezerve corespunzătoare la încă un disponibil de 840 kWh. (Consumul zilnic se cifrează la aproximativ 50 kWh.) Avînd în vedere că apa potabilă este un subprodus al activităților pilorilor de combustie, rezerva „energetică” de la bordul navei pare a fi suficientă...

Navea poate fi prevăzută cu un modul de cuplare instalat în compartimentul destinat încărcăturii utile; acest modul poate contribui determinant la efectuarea de operații complexe, în care se pot include și cele ce presupun cooperarea cu nave cosmice aparținînd altor națiuni.

Încărcăturile ce se introduc în magazia aparatului orbital se ancorează corespunzător și sînt supravegheate cu ajutorul unui sistem de televiziune în circuit închis și a unor mijloace de calcul prevăzute cu interfațările corespunzătoare pentru corelarea sistemului de comandă/control și ghidare a navei pe traiectorie, cu particularitățile încărcăturii utile... Erorile sistemului de navigație și ghidare pe traiectorie sînt sub 0,2 grade; acest sistem, în funcționare pe orbită, este independent de suportul terestru!

Corectarea poziției aparatului orbital se efectuează cu ajutorul a trei grupe de micromotoare-rachetă, montate în nacelele sistemului de manevră pe orbită, precum și într-un modul dispus în virful fuselajului anterior. Aceste microrachete servesc și pentru modificările vitezei în limite strinse, cerute de manevrele de întâlnire pe orbită, modificările orbitale și întâlnirea cu diferite ținte cosmice.

Micromotoarele rachetă, împreună cu suprafețele aerodinamice de comandă a zborului, asigură controlul poziției și atitudinii aparatului orbital pe porțiunea de reintrare în atmosferă și de parcurgere corectă a așa-numitului coridor de reintrare în securitate¹. Desigur, mijloacele reactive sînt folosite cu eficiență la altitudini mari și pentru cazul vitezelor cosmice sau apropiate de acestea, în timp ce suprafețele de comandă aerodinamică se utilizează doar în interiorul atmosferei și la viteze cel mult supersonice. De menționat că naveta (aparatul orbital, dotat cu aripi) aterizează automat sau pilotată de echipaj, folosind în acest scop un sistem de navigație ce utilizează un radar de proximitate cu microunde, avînd o precizie deosebit de mare, deoarece inexistența unui sistem reactiv de propulsie în atmosferă face imposibilă manevra de ratare a aterizării...

Viteza medie de aterizare a navetei pe una din piste special amenajate la bazele aerospațiale Vandenberg, Edwards etc. este în jurul a 335 km/oră. Motoarele-rachetă criogenice ale aparatului orbital din compunerea navetei beneficiază de existența unor calculatoare de proces, un fel de „controlor electronic” digital, care primește informații de la motor, comenzi de la echipaj, dar acționează și conform unui program de verificări prealabil introdus în memoria sa; în caz de pană, acest calculator acționează instantaneu, izolînd partea afectată de pană sau oprind chiar funcționarea motorului, în raport cu gravitatea avariei. În cazul unei defecțiuni majore încă la lansare, pentru unul din aceste motoare, au fost puse la punct cîteva proceduri eficiente pentru prevenirea unei catastrofe, astfel încît naveta să-și poată lua startul chiar dacă unul din motoarele aparatului orbital a fost oprit în momentul ridicării ansamblului!

În memoria calculatoarelor aferente motoarelor rachetei, au fost incluse și prevederile pentru momentele desprinderii comandate

¹ Domeniu spațial situat în imediata vecinătate a traiectoriilor optime de urmat de un aparat spațial la reintrarea în atmosfera planetară; limitarea superioară este determinată de valorile altitudinilor necesare obținerii forțelor aerodinamice de sustentare, iar cea inferioară — de eficacitatea termoprotecției învelișului aparatului spațial care revine pe sol.

(automate) a marelui rezervor cu combustibili criogenici destinați acestor motoare.

Cu toată electronica ultrasofisticată, naveta nu este deloc scutită de defecțiuni: amina din 28 oct. pînă la 30 noiembrie 1983 a lansării navetei „Columbia” a fost provocată de descoperirea defectării unui ajutor al unei rachete de stabilizare/orientare a navetei Challenger (aug. 1983) care, dacă ar mai fi funcționat doar 2,7 secunde, ar fi provocat o dezastruoasă rotație a navetei!

Evident, totul este modificat atunci cînd o navă cosmică, în general vorbind, este plasată pe orbită („injectată...); mișcarea aparatului spațial respectiv se desfășoară acum în virtutea legilor mecanicii cerești, la bord se instaurează imponderabilitatea (sau microgravitația, cum mai este aceasta numită în unele lucrări apărute în țările occidentale), aparatul spațial parcurge așa-numita fază pasivă a zborului. În această perioadă, defecțiunile își pierd aspectul spectaculos, căpătînd forme din cele mai variate și, uneori ascunse sau chiar dependente de elemente noi, a căror evoluție era, la momentul cînd au fost planificate, etapele zborului, imprevizibilă integral. În sprijinul acestei afirmații se pot da următoarele exemple. La 9 octombrie 1977, o navă-cosmică sovietică de tip „Soiuz” s-a apropiat de laboratorul spațial „Saliut 6”, plasat pe orbită cu puțin timp mai înainte (29 septembrie); după ce depărtarea dintre cele două apartate spațiale a ajuns la numai 100 m, echipajul navei „Soiuz” a remarcat ceva deosebit la postul de cuplare situat la acea extremitate a stației „Saliut”¹, încît, de comun acord cu echipa de la sol, a renunțat pur și simplu la cuplare și a fost adoptat raportul unei „abateri de la metodologia de cuplare”! „Soiuz 25” s-a reîntors neîntîrziat pe sol... Apare foarte puțin probabil ca postul respectiv de cuplare al stației „Saliut”, la care trebuia să acosteze „Soiuz”, să fi avut o defecțiune, deoarece peste numai două luni, la 11 decembrie 1977 el a fost inspectat la „fața locului” de echipajul navei „Soiuz 26”, format din cosmonauții Gherghi Greciko și Iuri Romanenko; concluzia raportului celor doi cosmonauți a fost „Totul este în ordine!...”. Acest echipaj avea să petreacă 86 de zile pe orbită la bordul stației „Saliut 6”, el fiind acela care inaugura metoda întâlnirilor a două echipaje în Cosmos, metodă favorizată de faptul că stația „Saliut 6” avea acum două posturi de joncțiune!

¹ Stația cosmică orbitală „Saliut 6” a fost atunci dotată cu două posturi de cuplare, la ambele extremități; se pare că ideea aparține savantului-cosmonaut Konstantin Feoktistov.

La 16 martie 1966, echipajul navei spațiale americane „Gemini 8” format din Neil A. Armstrong și David Randolph Scott a avut în programul misiunii de zbor cosmic cuplarea cu etajul superior al unei rachete „Agena-Atlas”; scopul cuplării era de a verifica mijloacele de orientare, de apropiere și de cuplare ale navei „Gemini”, precum și de a se obține indicații pentru proiectanții cabinei „Apollo”, privind aceste operații orbitale foarte dificile și pentru care la acea dată astronautica americană nu dispunea de informații suficiente. Cuplarea cu etajul „Agena” s-a desfășurat satisfăcător, conform procedurii propuse de specialiști, dar o serie de defecțiuni în funcționarea sistemului de orientare a navei „Gemini” a impus scurtarea misiunii, echipajul fiind obligat să se decupleze cu mijloacele de avarie de racheta „Agena” și să coboare în regim aproape „de catastrofă”!... Se pune întrebarea legitimă ce s-ar fi întâmplat dacă Armstrong, un pilot de încercare foarte bine antrenat, nu ar fi cunoscut perfect sistemele de orientare și de pilotare ale cabinei „Gemini”!?

Se apreciază că aceste doar două exemple pot da o conturare suficient de convingătoare despre pericolele ce pot să apară în perioada de zbor orbital al unui vehicul cosmic pilotat, precum și asupra rolului de mare importanță al echipajului în asigurarea ducerii la bun sfârșit a operațiilor de ieșire din situația de catastrofă și de aducere teafără la sol a cabinei sau a echipajului separat de aceasta.

În afara acestor—li s-ar putea spune—accidente total imprevizibile (!), la rezolvarea cărora prezența și „singele rece” al echipajului pare a fi factorul determinat, uneori chiar fără nici un ajutor din partea echipelor de la sol, există și câteva categorii de accidente, să le spunem... previzibile! Printre acestea pot fi enumerate: depresurizarea, incendiul sau explozia la bord, defectarea calculatului (calculatoarelor) de bord...

De regulă, prin depresurizare se înțelege pierderea în spațiu a microatmosferei (microclimatului...) din încăperea sau încăperile în care se află echipajul vehiculului cosmic aflat în dificultate; ceva în genul dezermetizării capsulei de coborîre a navei „Soiuz 11”, amintită anterior.

În realitate, problema este mai complexă, mai amplă, putînd apare și alte implicații: observarea unei scăderi periculoase a presiunii în circuitul de oxigen care alimentează cabina astronautilor; apariția unei valori anormale a presiunii în conductele care alimentează cu propergoli camerele de ardere ale motoarelor-rachetă; modificări în afara limitelor admisibile ale parametrilor de

presurizare cu gaze inerte a rezervoarelor de combustibili (carburant și oxidant) pentru racheta purtătoare etc.

De îndată ce una din indicațiile valorilor de presiune importante (care sînt în permanentă supraveghere) începe să semnalizeze abateri periculoase de la valorile impuse (eventual constante), aceasta trebuie urmărită, analizată și apoi luată decizia corespunzătoare fără nici o întârziere. Asemenea defecțiuni au existat și de multe ori au fost remediate de un echipaj bine antrenat. Se pot și aici da câteva exemple; în primul rînd cazul echipajului nr.2 de pe marele laborator spațial american „Skylab”, care a verificat sistemele cabinei „Apollo” și a înlocuit unele supape prin care se scurgea nepermis fluidul combustibil a două rachete direcționale. Cu ocazia zborului din 8 februarie 1977 (care avea să dureze la bordul stației „Saliut 5” pînă la 25 februarie 1977!), cosmonauții Viktor Gorbatko și Iuri Glazkov sosiți cu nava „Soiuz 24”, au trebuit să procedeze la eliminarea atmosferei contaminate a stației și la înlocuirea acesteia cu „aer curat” adus în butelii speciale cu nava lor spațială!...

În cazul apariției unei decompresii foarte rapide, explozive chiar, echipajul trebuie să fie bine antrenat pentru a îmbrăca în timp util scafandrele spațiale și a proceda la coborîrea în condiții de avarie la sol cu nava lor în dificultate; deoarece în asemenea cazuri nu mai poate fi vorba de o coborîre în „zona dinainte stabilită”, se poate imagina ce valoare are o bună pregătire anterioară atît pentru îmbrăcarea rapidă a scafandrelor spațiale, cit și pentru cunoașterea și aplicarea în practică a procedurilor de supraviețuire în caz de aterizare (amerizare) în regiuni dificile, cu mare grad de periculozitate pentru viața membrilor echipajului aflat în situație aproape de catastrofă. Apreciem că ar fi și aici utile câteva exemple: Ce înseamnă pericolul decompresiei (depresurizării) cabinei ne spune însuși cosmonautul Prunariu, în lucrarea citată cînd, de această dată pe orbită, în cadrul unei „lecții” privind organizarea modulului de trecere din stația „Saliut” în nava „Soiuz”, care i-a fost „predată” pe viu de cosmonautul Vladimir Kovalionok, acesta a prezentat funcționarea unei supape foarte importante care, printr-o neglijență poate fi fatală echipajului; dar să-i dăm cuvîntul lui D. Prunariu: „... Știam cu toții că dezermetizarea stației orbitale sau a navei cosmice este unul din cele mai grave accidente care pot interveni în Cosmos. Reacția fiecărui membru al echipajului trebuie să fie foarte promptă și precisă... Ajungînd lîngă supapa cu pricina, Vladimir îmi spune s-o deschid! Eu mă uit mirat la el și refuz... Fără să stea mult pe gînduri, Kovalionok

pune mina pe supapă și o deschide (!). Aerul pornește să suiere la gura supapei, pierzindu-se în vidul cosmic. Sirena începe să urle, semnalizatoarele roșii clipesc... Eu «sar» repede și o închid. Reacția celorlalți doi a fost promptă: Popov a și dispărut în nava noastră, iar Savinih s-a îndreptat direct spre unul din manometrele foarte precise, montat în modulul de lucru al stației. Presiunea în interiorul acesteia scăzuse brusc cu câțiva milimetri. Viktor ne anunță încă îngrijorat că acul manometrului nu s-a oprit, continuându-și încet mișcarea în direcția „zero”. De data aceasta Kovalionok, care se aruncase între timp spre manometru, și el puțin speriat, se întoarce rapid spre supapă și cu un pumn bine plasat reușește să o „fixeze” definitiv...”

În ce privește antrenamentul pentru supraviețuire în cazul amerizării, Jean-Loup Chrétien, participant la zborul „SoiuzT6”, a declarat că „... deoarece este în joc onorarea marinarilor bretoni (el s-a născut în această provincie franceză, n.a.), cit timp va sta în apa înghețată a lacului unde se face acest antrenament, va suride tot timpul.” Și s-a ținut de cuvânt... În ce-l privește pe Patrick Baudry, pasiunea sa pentru iahting, nu l-a putut împiedica să recunoască, în final, că are și el un stomac, capabil să simtă răul de mare, după ce a plutit într-o cabină de tip „Soiuz” (la antrenamente, de asemenea), fiind bine scuturat de o hulă neplăcută, mai multe ore....

Revenind la problema dezermetizării și a depresurizărilor, se pune întrebarea de unde provin asemenea defecțiuni? Desigur, vibrațiile și trepidațiile de la startul rachetei precum și șocurile provocate de parcurgerea așa-numitei etape cu presiuni dinamice maxime (de fapt apariția și formarea undelor Mach de șoc la traversarea atmosferei cu viteze supersonice mari), la circa un minut de la lansare. Cosmonauții definesc condițiile de „confort” aferente acestei perioade, prin „a merge într-un vehicul care are roți... ovale!”...

Alte două categorii de defecțiuni care impun, de regulă, oprirea misiunii și revenirea la sol sînt: incendiul la bord și încetarea funcționării calculatorului de bord. Despre primul incident, despre care nu se cunoaște vreun caz pe orbită, au mai fost prezentate unele date cînd s-a comentat accidentul de la rampă al echipajului american al cabinei „Apollo”, din ianuarie 1967. În orice caz, în acest sens au fost luate maximum de măsuri de precauție, pentru reducerea la minim a pericolului unui incendiu și a inexistenței la bord a unor materiale care să ardă sau să întrețină arderea

(scafandrele spațiale sînt confecționate din materiale ignifuge sau ignifugate). De remarcat că pot apare pericole neașteptate din cauza... trăsnetelor! Este aproape sigur că un asemenea incident, care putea avea urmări tragice, a fost suferit de echipajul navei americane „Apollo 12”, condus de astronautul Charles „Pete” Conrad; iată cum a descris acest eveniment însuși comandantul navei: „... în primele 36 de secunde, lansarea a decurs normal. Apoi ne-a învăluit un fulger. Sînt sigur că a fost fulger pentru că l-am simțit și l-am văzut... Apoi am auzit semnalul de alarmă și s-au aprins toate luminile pe tabloul de comandă... Nu mi-a fost frică deloc, dar eram descurajat pentru că aveam impresia că fuseserăm loviți serios și nu vom putea merge spre Lună...”

Cît privește o pană de calculator, astronautii de pe naveta spațială au suportat un asemenea incident în anul 1983, dar faptul că la bordul navei există o adevărată „sală de comandă ambarcată”(1) a evitat orice fel de incident pe orbită....

Se pare că treptat, treptat, flotilele de elicoptere și avioane speciale zăte în descoperirea și salvarea astronautilor și cosmonauților ajunși pe Terra după un periplu spațial, vor dispărea! Sistemul de transport spațial cu ajutorul aparatelor recuperabile de tip navetă spațială vor aduce aparatele orbitale pe sol similar avioanelor comerciale; totuși, antrenamentele de salturi cu parașuta pe care trebuie să le urmeze fiecare cosmonaut-candidat se vor menține încă mult timp, rămînînd o componentă importantă a programului de pregătire a oamenilor spațiului.

Înainte de a încheia acest paragraf, este cazul să spunem cîteva cuvinte despre acele momente de mare tensiune și încordare, reprezentate de ieșirea în afara pereților protectori ai cabinei cosmice și plutirii libere în vidul spațial. Această atît de excitantă și deosebită fază a zborului cosmic, a fost inaugurată la 19 martie 1956 de cosmonautul sovietic Alexei Leonov; de atunci au avut loc numeroase asemenea acțiuni, impuse de cerințele programelor de zbor; dintre momentele cele mai dramatice ale unei asemenea ieșiri, au fost cele trăite de echipa formată din Charles „Pete” Conrad și Joe Kerwin, din echipajul nr.1 al laboratorului „Skylab” atunci cînd au trebuit să repună în funcțiune singurul panou solar al „Skylab”, care fusese blocat semideschis de rămășițele panoului de protecție aerodinamică, stricat în perioada lansării laborato-

ruului cu racheta „Saturn 5“. Atunci cînd cei doi astronauți au tăiat rămășițele ce blocau panoul, arcurile acestuia destinzîndu-se brusc i-au propulsat pur și simplu în spațiu la cîțiva metri de stație, iar dacă nu ar fi fost bine ancorați de structura laboratorului, ei s-ar fi pierdut pentru totdeauna în spațiu, neavînd mijloace reactive de deplasare în vidul cosmic“. Ziua de 7 iunie 1973 poate fi considerată „ziua montorului cosmic“, iar despre unele din cerințele și cunoștințele celor care vor evolua în viitoarele stații orbitale cu cu funcționare îndelungată, se va discuta în paragraful care urmează.

Poate ar fi cazul ca înainte de a încheia acest paragraf, dorit și ca un omagiu adus curajului și competenței celor care, acolo sus, fac dovada bărbăției și curajului, conferindu-le dreptul să fie supranumiți „oamenii cosmosului“, să-l cităm pe Dorin Prunariu care afirmă: „... meseria noastră nu este riscul, ci prevederea, prevenirea lui! Indiferent unde te afli, la centrul de pregătire, la cosmodrom, în racheta cosmică, la centrul de dirijare a zborurilor, ori unde!“...

„Desigur că admirarea Terrei, fie că este văzută de pe o orbită joasă sau de pe una din apropierea Lunii, reprezintă o experiență profundă. Faptul de a constata că ești atît de departe de viața terestră, de a o contempla din exterior, constituie o experiență unică. În acest caz se contemplă și consideră Pămîntul ca un tot unic și nu ca un grup de zece sau o sută de națiuni diferite. Acesta este un singur loc și anume cel al nostru, la noi acasă... Această înțelegere, această recunoaștere te pătrunde, te frapează atunci cînd ești în Cosmos, iar această imagine pe care am avut-o ne-a parvenit filtrată pînă la noțiunea de societate în general, sub forma de imagini, de descrieri fie scrise, fie verbale... Gîndesc că acest proces poate avea un efect important pentru toată lumea!“

CE (MAI) TREBUIE SĂ ȘTIE UN LUCRĂTOR COSMIC?

Există suficiente motive să se admită că în următorii ani evoluția astronauticii în domeniul zborurilor pilotate în spațiul periterestru se va dirija pe direcția umanizării tot mai profunde a Cosmosului apropiat, chiar a industrializării acestuia. Prognozele

emise de autorități în acest domeniu, evidențiază următoarele etape:

— Între 1980 și 1988, omul va avea acces tot mai facil, mai sigur, în Cosmosul apropiat, astfel încît la finele acestei perioade mijloacele tehnice să permită zborul spațial fără pericole a personalului neantrenat special, dar care să fie eficient în exploatarea spațiului; mijlocul de acces va fi constituit de nave spațiale reutilizabile, de un tip mai perfecționat, mai ales că în afara Statelor Unite au anunțat că intenționează să lanseze asemenea vehicule atît Uniunea Sovietică, cit și Japonia.

— În perioada 1988—1995 se estimează că va putea fi dată în funcțiune prima stație orbitală permanentă cu destinații științifice instalată pe o orbită relativ joasă (sub 500 km altitudine medie), cu ajutorul mai multor transporturi, folosind mijloace reactive clasice, dar cu utilizări multiple (și reutilizări!); stația, rezultat al unor experimente repetate cu stații automate, va permite efectuarea pe durate nelimitate a unor experimente la scară de pilot sau microproducție, de către un grup relativ ridicat de specialiști (10—100 personal științific și de întreținere). Este de presupus că un sistem similar va asigura accesul omului pe orbite geostaționare, pentru durate limitate, precum și testarea posibilităților primilor montori cosmici de a instala pe orbite joase primele elemente mari de structuri spațiale.

— Începerea „populării treptate a Cosmosului apropiat“ va coincide cu perioada 1995—2000; aceste activități vor cuprinde următorii „pași în spațiu“: instalarea pe o orbită geosincronă a unui laborator spațial destinat la 20—50 specialiști, inclusiv a unei întreprinderi spațiale pentru fabricarea de materiale deosebite, aliaje, eventual medicamente etc.; pentru vehiculele care vor duce și aduce echipajele de schimb, precum și pentru vehiculele de transfer de pe orbite joase pe alte traiectorii spațiale, va fi construită și dată în folosință o primă „stație-service cosmică“. Comportamentul structurilor spațiale asamblate parțial pe orbite joase în etapa precedentă, va fi inspectat și verificat direct de pe orbita respectivă, de această dată de montori cosmici dotați cu mijloace de deplasare individuale autopropulsate.

— Începînd cu anul 2010 se apreciază că ar putea demara programul la scară planetară al construirii primelor prototipuri de microcolonii spațiale, după ideile emise după 1970 de fizicianul Gerard O'Neill de la Universitatea Princeton. Aceste viitoare stațiuni locuite permanent de cîteva sute (apoi cîteva mii) de pămîni-

teni transformați în primii locuitori (sau cetățeni) ai Cosmosului, vor dispune de sisteme ecologice închise, de stații helioelectrice orbitale, urmînd ca materia primă pentru fabricarea diferitelor materiale să fie obținută de la primele exploataări deschise pe Selena, de unde ele vor fi aduse folosind o variantă perfecționată de transportor electromagnetic spațial...

În etapa cînd vehiculele spațiale din generația a doua și a treia vor fi operaționale, deci după începutul următorului mileniu, se apreciază că există condițiile pentru finalizarea conceptului de bază al construcțiilor spațiale, folosind experiența cu exploatarea micilor stații orbitale pentru 50—100 de specialiști; se va trece la lansarea programului de exoindustrializare: aducerea pe orbită a unor industrii poluante sau chiar fabricarea de substanțe și materiale a căror producere să beneficieze de condițiile proprii spațiului și dintre care unele să reprezinte constituenții ai viitoarelor orașe cosmice...

Înainte de a construi marile „orașe spațiale“, omul trebuie să învețe să folosească mijloace de lucru și de deplasare adecvate condițiilor Cosmosului; am amintit de activitățile desfășurate pe orbită, în beneficiul navei spațiale „Gemini 12“ și a laboratorului „Skylab“ de Edwin Aldrin și, respectiv, de echipajul condus de Charles „Pete“ Conrad. Pentru a restabili adevărul istoric, trebuie arătat că aceștia au numai prioritatea lucrului de montori cosmici în afara navei, în activitate extravehiculară, deoarece în interiorul navei începutul a fost făcut de echipajul sovietic format din Andrian Nikolaev și Vitali Sevastianov, în 1970, care au luat cu ei pe orbită în acel lung (pe atunci!) periplu cosmic, un mic set de unelte, în greutate totală de 0,74 kg. Erau scule simple: șurubelniță, clește patent, cuțit, foarfecă etc. Nu fuseseră încă prevăzute operații mecanice pe orbită, deoarece a acționa asupra complicatei mașini de zbor spațial părea de neconceput... Iată că, odată cu creșterea duratei menținerii aparatelor cosmice pe orbită, a apărut și necesitatea înlocuirii sau chiar a reparării, „acolo sus“ a unor echipamente; dar pentru efectuarea pe orbită a unor lucrări ce păreau pe sol destul de simple, s-a constatat că modul de lucru este complet diferit, apărînd necesitatea elaborării de noi unelte, cosmonauții trebuind să învețe a le folosi.

Treptat, „locuitorii Cosmosului“, căpătînd aceste deprinderi, au început să se încumete să efectueze chiar și pe orbită lucrări tot mai dificile. Astfel, în decembrie 1980, după ce stația „Saliut 6“ a funcționat de două ori mai mult decît fusese prevăzut în caietul de sarcini aferent proiectului, cosmonauții Oleg Makarov, Leonid

Kizim și Ghennadi Strekalov au deschis, pentru prima dată în spațiu, chepengul sistemului ermetizat de menținere a temperaturii în compartimentul de lucru al stației. Pentru această operație în premieră, panoul a trebuit deșurubat, s-a decupat prin tăiere consola de susținere și a fost demontat sistemul hidraulic în locul căruia a fost montat un grup de patru pompe hidraulice. Fără instrumente adecvate, aceste operații nu ar fi putut fi duse la bun sfîrșit...

Ca urmare a practicii acumulate, primul echipaj de bază al stației „Saliut 7“, format din cosmonauții Anatoli Berezovoi și Valentin Lebedev, a avut la dispoziție felurite unelte (în greutate de 17 kg), cu ajutorul cărora se puteau executa lucrări destul de complicate: cuplări cu elemente demontabile, tăieri de metale, curățarea de bavuri etc. Desigur, au fost făcute și teste pe sol: un specialist, îmbrăcat în costum spațial și instalat pe un cărucior cu alunecare aproape perfectă, simulînd lucrul în imponderabilitate, a verificat sculele concepute pentru astronauți; cu această ocazie s-a constatat că majoritatea sculelor folosite pe Pămînt sînt inadecvate lucrului în spațiu. Șurubelnițele electrice, ciocanele, ferăstraiele trebuiau lipsite de reacție, adică să acționeze fără recul și să poată fi utilizate atît în spațiul redus al cabinelor cosmice, cît și cu scafandru spațial, care este atît de incomod.

Unelte cosmice trebuie să fie suficient de compacte, ușoare, pe cît posibil universale și, așa cum se menționa anterior, fără recul; este important ca așchiile, piliturile de metal etc. să nu se împrăstie în cabină, ci să fie captate de aspiratoare sau alte aparate magnetice special concepute. Firește, pe lîngă comoditate și simplitate în exploatare, sculele nu trebuie să producă nici un fel de deteriorare a costumelor spațiale destinate ieșirilor extravehiculare. Cîteva exemple de scule pentru montorii cosmici: ciocanul are partea de lovire prevăzută cu o cavitate umplută parțial cu alicie, pentru a evita reculul; cleștii au lațuri de cauciuc cu care se prind ușor și sigur de mânușile costumului de scafandru spațial; ciocanul de lipit seamănă cu un pix, doar că are un cordon electric; foarfeca posedă un sistem de pîrghii care creează transmiterea forței în două trepte; cleștele patent provine din foarfeca cu pîrghii prin schimbarea părții detașabile... Un alt instrument, care seamănă cu un pistol este de fapt o cheie de ancorare, capabilă ca printr-o încheștare puternică să se prindă de șurubul care trebuie acționat...

În timpul zborului cosmic de 211 zile (mai-decembrie 1982), la bordul stației „Saliut 7“, Anatoli Berezovoi și Valentin Lebedev au folosit cheia de ancorare pentru derularea experimentului denu-

mit ISTOK (de la cuvintele rusești care semnifică „Investigarea operațiilor tehnologice în Cosmos”); a fost construit și un dispozitiv electric universal, fără recul și fără vibrații, la care se pot atașa diferite scule intersanjabile destinate: tăierii metalelor, retezării sîrmelor, decupării niturilor inutile, îndepărtării bavurilor. Asemenea scule, precum și altele care atunci cînd aceste rînduri „văd” lumina tiparului trec probele de onologare, vor fi folosite de cei care vor monta viitoarele „case cosmice”, la care visau pionierii zborurilor spațiale...

Începutul a fost deci făcut, astronauții și cosmonauții demonstrînd că pot lucra eficient în spațiu; astfel, cosmonautul inginer Oleg Makarov, a arătat că „...a crescut apreciabil fiabilitatea și eficiența științifică a stațiilor „Saliut”, astfel încît defectarea unor aparate nu poate influența sensibil capacitatea acestora de funcționare...”. El a dat ca exemplu defectarea unui aparat al stației „Saliut 6” care a fost înlocuit de echipajul format din Iuri Romanenko și Gheorghi Greciko (10 decembrie 1977—16 martie 1978).

Atît sistemul „Saliut-Soiuz”, cît și naveta spațială au drept scop final crearea condițiilor pentru lucrul omului în Cosmos; în acest sens, o atenție deosebită s-a acordat și se acordă în continuare costumelor destinate activităților extravehiculare, organizării ecluzelor de ieșire/intrare în navele spațiale și instalațiilor individuale de propulsie pentru deplasările în vidul cosmic.

Pentru ieșirile în afara pereților stației „Saliut 6” a fost realizat un scafandru spațial de o concepție cu totul originală, care are piese și subansamble cît un... automobil! El a fost denumit ASOJ, (de la inițialele cuvintelor rusești care înseamnă „Sistem autonom de asigurare a vieții și activității în Cosmos”); noul costum spațial este prevăzut cu un sistem de reglare a temperaturii, este complet autonom și adecvat pentru executarea diverselor operații extravehiculare. În mod corespunzător, specialiștii americani de la firma „Hamilton Standard” (din concernul „United Technologies”) au realizat scafandru spațial cu care astronauții specialiști de misiune ai navetei, Joseph P. Allen și William B. Lenoir, au efectuat misiunile extravehiculare din programul navetei „Columbia” (1982).

Cei care au avut ocazia să viziteze hala simulatorului firmei „Martin-Marietta” din Denver, au putut admira ambianța Cosmoului simulată de un imens plafon negru și un grup de lămpi cu xenon reprezentînd radiația solară; naveta spațială era figurată

pe un perete avînd partea inferioară vopsită în negru, în timp ce un mare panou alb reprezenta capacul magaziei interioare, de această dată deschis... Astronauții aveau sentimentul că se află pe orbită, în imediată apropiere a navetei, astfel încît activitățile pentru care se pregăteau apăreau conforme cu viitoarele misiuni extravehiculare.

În mod special era construită replica ecluzei dintre cele două compartimente locuite ale navetei, prin care ies astronauții ce urmează a efectua anumite activități în exteriorul acesteia; specialiștii de la Denver au conceput o ecluză destul de mare: înălțimea de 2,11 m și diametrul de 1,6 m, ceea ce permite accesul simultan a doi astronauți, precum și transvazarea de containere cu dimensiuni apreciabile: $46 \times 46 \times 127$ cm. Pentru cazul cînd naveta transportă pe orbită laboratorul „Spacelab”, ecluza este montată la începutul tunelului prin care se comunică cu acest laborator. De asemenea, firma „Martin-Marietta” a fost destinată să construiască unitatea de manevră individuală în vidul spațial, cu care au fost efectuate primele ieșiri extravehiculare în Cosmos, cu ocazia misiunii navetei „Challenger” din februarie 1984.

De fapt, acest „fotoliu zburător” replica din secolul al XX-lea a renumitului fotoliu utilizat (în legendă!) de curajosul mandarin Wan-Ho care spera, folosind 49 de rachete cu pulbere, să zboare nici mai mult nici mai puțin decît în... Lună — își are originea în cercetările și experimentările efectuate încă în 1966, cu ocazia misiunii spațiale „Gemini 9”. Organizatorii de atunci ai misiunii respective rezervaseră astronautului Eugene Cernan misiunea de a ieși în afara cabinei și de a folosi un fel de „scaun zburător”, format dintr-un paralelipiped ($80 \times 47 \times 55$ cm), dotat cu 12 ajutaje prin care se puteau comanda jeturi de oxigen discretizate, cu ajutorul a două leviere... Era un fel de replică spațială a „rucsacului zburător” pe care, așa cum se știe, l-a inventat încă din 1955 compatriotul nostru, inginerul inventator Justin Capră.

Aparatul destinat lui Cernan se numea AMU (de la inițialele cuvintelor englezești care semnificau „unitatea de manevră a astronautului”). Acum există suficiente date despre felul cum s-a desfășurat activitatea în 1966 (mai bine spus, cum nu s-a desfășurat!). În primul rînd, părăsirea cabinei s-a dovedit mult mai dificilă, decît se apreciasse inițial, dar ea a avut loc conform programului, la 5 iunie orele 15 și 4 minute. După ce a detașat un colector de meteoriți și a fixat aparatul de fotografiat de învelișul cabinei, Cernan a întîmpinat dificultăți în tentativa de a se apropia de locul unde era amplasat „fotoliul”, deoarece cablul ombilical de

care era legat se înfășura în jurul său. Cu toate eforturile de a de-
tașa agregatul de la locul unde era fixat, Cernan nu reușește să-l
deplaseze, astfel încît, la orele 18 și 9 minute, cu un puls de 180
bătăi pe minut, el revine epuizat în cabină, fiind ajutat efectiv de
comandantul misiunii, Tom Stafford. Inexperiența de la acea
vreme a fost compensată de multe informații obținute ca urmare
a zborurilor în laboratorul spațial „Skylab”, ce au condus, în
final, la construirea actualului MMU (de la inițialele cuvintelor
englezești care înseamnă „unitate umană de manevrare”); acest
agregat are dimensiuni apreciabile: $122,5 \times 80 \times 65$ cm, precum
și o greutate de 150 kg, deci de două ori mai mare decît „fotoliul”
destinat astronautului Cernan. Numărul ajutoarelor a fost mărit
la 24, fiecare provocînd o forță de tracțiune de 7,55 N, de această
dată fiind folosit azot stocat sub formă de gaz la presiunea de 215
bari în două rezervoare cilindrice înalte de 75 cm și avînd diametrul
de 25 cm (fiecare rezervor conține 5,9 kg de azot).

Se pare că însuși Cernan a venit la firma din Denver pentru a
încerca funcționarea acestui nou agregat și s-a declarat încîntat de
fiabilitatea și stabilitatea lui! El a declarat constructorilor că astro-
nauții de pe navetă vor avea la dispoziție un agregat de mare
suplete atunci cînd vor învăța să-l folosească și să-i exploateze
toate avantajele, inclusiv „talentul” de a efectua mișcări foarte
lente... Specialiștii sînt de părere că această unitate de manevră
extravehiculară în Cosmos se va adapta cel mai bine cerințelor
proprii lucrului viitorului monitor cosmic, care va avea un regim
de lucru în spațiu cu totul diferit de cel de pe Pămînt, și aceasta în
primul rînd din cauza unei mecanici cu totul noi; vitezele relative
dintre mobilele evoluînd pe orbită vor fi foarte mici, astfel încît
controlul acestora va implica manevre de înaltă precizie. De mare
importanță s-a dovedit și conceperea unui nou tip de scafandru
spațial, din două componente („deux-pièces”), pe care însuși
astronautul le poate cupla înainte de a ieși în afara cabinei. În
plus, pentru acest nou costum, NASA a pus la punct nu mai puțin
de cinci talii diferite, avînd în vedere numărul mare de candidați-
astronauți din programul navetei, inclusiv prezența femeilor-
astronaut.

Trebuie notat că astronauții navetei, la decolare și la aterizare,
NU poartă scafandrele spațiale destinate ieșirilor extravehiculare,
ci costume stratosferice de suprasarcină, adaptabile cerințelor
scaunelor ejectabile cu care este dotată naveta spațială. În simula-
torul de la Denver, astronauții au învățat să folosească MMU,

deoarece aici s-a reușit să se simuleze parțial și ... imponderabili-
tatea, „fotoliul” fiind ajutat să „îvingă” gravitatea cu ajutorul
unei sofisticate suspensii; astfel, candidatul care se antrenează se
poate apropia sau să se îndepărteze de navetă, să pivoțeze în jurul
său, efectuînd gesturile și manevrele pe care le va parcurge apoi
în vidul cosmic. Cu alte cuvinte, astronauții au de învățat reflexele
destinate asigurării deplasării în apropierea navetei, reflexe care
vor fi de neprețuit, atunci cînd vor avea de făcut față vidului
astral...

Costumul spațial folosit de membrii navetei pentru excursiile
extravehiculare cu MMU cîntărește 39 de kg, în timp ce MMU are
aproape 150 kg. Despre eficiența noilor scafandre americane au
„vorbit” de la sine activitățile extravehiculare efectuate de astro-
nauții Don Peterson și dr. Story Musgrave, cu ocazia celui de-al
șaselea zbor al navetei și de alți astronauți; cei care au participat
la Salonul aerospațial de la Le Bourget (1983), au putut admira
în pavilionul sovietic trei manechine care purtau costumele spa-
țiale similare cu cele folosite de echipajul internațional format
din Volodia Djanibekov, Jean-Loup Chrétien și Alexandr Ivan-
cenkov (de fapt aceste costume nu sînt destinate ieșirilor extra-
vehiculare, ci ele se poartă la lansări, operațiile de cuplare pe orbită
și la declanșarea revenirii pe sol).

Despre scafandrele spațiale destinate adevăratelor activități
extravehiculare, specialiștii sovietici au dat mai puține informații.
Referindu-ne la scafandru *ASOJ*, acesta ar avea o greutate to-
tală sub 10 kg, poate fi îmbrăcat singur de un cosmonaut, fără
ajutorul altuia, în numai 2—3 minute; este ermetizat mecanic;
are toate sistemele de asigurare a vieții pentru pînă la zece ore de
funcționare în vidul cosmic.

La 14 octombrie 1969, la puține zile după ce primul pămîntean
a pășit pe solul inospitalier al Selenei, un alt temerar al spațiului,
cosmonautul doctor în științe Valeri Kubasov, a experimentat la
bordul navei cosmice „Soiuz 6”, după ce a pus interiorul primului
„atelier cosmic” în legătură directă cu vidul spațial (!), prima in-
stalație de micrometelurgie cosmică, cuptorul „Vulcan”! A fost
astfel experimentat și demonstrat practic întregii lumi științifice
că în spațiu pot fi efectuate complicate procese metalurgice, de
sudură etc. Treptat, folosind conștient și dirijat proprietățile spe-
cifice evoluției în spațiul cosmic, au fost conduse experimente pri-
vind obținerea de materiale cu proprietăți deosebite de ceea ce se
produce în mod curent pe Terra și care deschid perspective nebă-

nuite în anumite ramuri de interes industrial, de la aparatura de fizica izotopilor și până la producerea de medicamente foarte pure! Tipurile și gama de aparate destinate acestor procese a fost extinsă și diversificată, inclusiv dotarea acestora cu surse energetice tot mai puternice și economice. În paralel, instalarea de aparatură de cercetări pe solul lunar, precum și exploatarea îndelungată a rezultatelor obținute de la acestea, a demonstrat încă o dată că au fost puse la punct mijloace și metode pentru funcționarea, cu sau fără asistența omului, de aparate în plin vid cosmic, în prezența radiațiilor și a diferențelor mari de temperatură, a „bombardamentului” cu praf cosmic etc.

Rezultate foarte bune au fost obținute cu ajutorul experimentelor pregătite pentru echipajele care au petrecut săptămâni și luni de activitate pe orbită, în cadrul laboratoarelor orbitale „Skylab” și „Saliut”; mai recent, la bordul „Spacelab” s-a dezvoltat o adevărată succesiune de cercetări din așa-numita „știință a materialelor în Cosmos”. Astfel, a fost folosit un ansamblu format din două containere, denumit modulul experimental, care a cuprins trei cuptoare cu inducție și un modul destinat cercetărilor aplicative de fizica fluidelor. În aceste agregate au fost efectuate, încă de la primul zbor întreprins în perioada noiembrie — decembrie 1983, 33 de cercetări științifice de vîrf, majoritatea bazate pe faptul că microgravitația împiedică acțiunea unor fenomene curenți în condițiile terestre și anume: sedimentarea, convecția și fierberea!

Au fost deci create cele mai adecvate condiții pentru obținerea de aliaje cu un ridicat grad de omogenitate; s-au obținut sfere perfecte din materiale atât de pure încît ele nu au suferit nici măcar contaminarea datorită contactului cu pereții vasului de fabricație, deoarece erau făcute să plutească în acestea, ca urmare a efectelor imponderabilității! A fost demonstrată practic posibilitatea de răspindire uniformă pe zonele de lubrifiat, a constituenților unor amestecuri de ungere formate din materiale organice și anorganice intim amestecate (sau separate foarte ușor prin simpla aplicare a unor slabe sarcini electrice!); au fost fabricate prin electroforeză medicamente de înaltă puritate; au fost efectuate studii de solidificarea aliajelor complexe; turnarea metalelor și a compozitelor în vid; brazarea în vid; fabricarea de sticle și ceramice cu totul noi... Pentru creșterea dirijată a unor cristale și pentru solidificarea unidirecțională de aliaje, a fost folosit un cuptor cu gradient termic relativ scăzut; au fost studiate oscilațiile șocurilor

hidraulice în imponderabilitate, depunerile controlate de vapori de substanțe, sprayurile etc.

Un moment de referință l-a constituit anul 1984, prin premierele folosirii primelor instalații individuale autonome de deplasare în spațiu a unor astronauți din programul navei spațiale, precum și a primelor femei care au „pășit” în vidul cosmic: cosmonauta sovietică Svetlana Savițkaia urmată la puțin timp de astronauta americană Kathryn Sullivan. Ambele experimente au adus noi argumente privind posibilitățile concrete ale activităților spațiale nemijlocit duse în vidul spațial, de astronauți corespunzător dotați pentru variate misiuni extravehiculare: repararea de sateliți defecti, instalarea unor structuri sau dispozitive destinate petrecerii unui timp îndelungat în vidul cosmic, verificări ale vehiculelor cu care aceștia au sosit sau chiar a vizitării unor stații automate.

În acest sens, există deja, atunci cînd aceste rînduri se citesc, o anumită experiență, căpătată prin conceperea stațiilor automate EURECA, stație care urmează a fi construită de specialiștii vest-germani din Bremen, la cererea „Agenției spațiale vest-europene” (ESA); a stației LDEF (de la inițialele cuvintelor englezești avînd semnificația „Utilaje cu expunere de lungă durată” în Cosmos) și, mai ales, a reparării pe orbită a satelitului SMM (de la inițialele cuvintelor în limba engleză avînd semnificația „misiunea de cercetare a maximumului activității solare”) cu ocazia zborului navei de la începutul anului 1984. În anul 1986 va fi disponibilă, pentru a fi folosită de unul din primii utilizatori [firma „McDonnell/Douglas” și „Johnson Electrophoresis Operations in Space“], pentru fabricarea de medicamente prin procedeul electroforezei, stația orbitală automată „Leasercraft”, concepută și construită de divizia „Space Transportation System” a NASA împreună cu firma „Fairchild Industries”; realizată într-o serie de zece asemenea platforme spațiale, „Leasercraft” are structură modulară, o suprafață utilă de 5 m², alimentare de la baterii solare și o durată de viață estimată la 10 ani. Vizitată periodic de echipajele navei (la fiecare șase luni), „Leasercraft” se estimează că ar fi de aproximativ zece ori mai avantajoasă pentru experiențe pe orbită decît în cazul încărcăturilor transportate cu naveta...

Pe linia pregătirii sejururilor îndelungate pe orbită a unor astronauți cu ocupații de „montori cosmici”, se întreprind primele cercetări pentru realizarea la bordul acestor stații extraterestre, a unei gravitații artificiale... Problema are, în afara aspectului de maximă atractivitate, un fundament științific deosebit, implicînd

revederea noțiunilor de gravitație, cîmp gravific, microgravitate sau imponderabilitate etc.

Astfel, prin greutate trebuie înțeleasă acea forță cu care un corp material, aflat în repaus față de cîmpul gravitațional al unui corp ceresc, acționează asupra sprijinului sau a suspensiei care se opune căderii libere a respectivului corp... Matematic vorbind, greutatea acelui corp de masă dată este calculabilă cu o binecunoscută formulă newtoniană, în care rezultatul se obține amplificînd masa prin valoarea accelerației greutății proprii la nivelul suprafeței astrului atractiv, de unde este lăsat să cadă liber acel corp a cărui greutate se dorește a fi calculată. Întrucît, în condiții normale, masa corpului este o mărime constantă, iar accelerația greutății — într-un domeniu restrîns din apropierea suprafeței Terrei — poate fi și ea apreciată constantă, rezultă că greutatea corpurilor este proporțională cu masa acestora. Este de reținut că greutatea și masa corpurilor sînt mărimi fizice distincte, exprimate în unități diferite: de forță (Newtoni), respectiv de masă (kilograme).

Reluăm din primul capitol următorul exemplu: un corp de o anumită masă este amplasat într-un ascensor care se deplasează pe o direcție care corespunde unei raze a Pămîntului, cu o anumită accelerație; ca urmare a legilor mecanicii newtoniene, corpul studiat va apăsa asupra podelei liftului cu o forță a cărei valoare derivă din produsul dintre masa acelui corp și suma algebrică dintre accelerația liftului și cea a greutății. Cînd cele două accelerații sînt egale și de semne contrare, atunci în lift se obține imponderabilitatea. Așa cum s-a arătat și în primul capitol, imponderabilitatea (microgravitația) se poate manifesta și într-un sistem de referință neinercial, dacă pe lîngă forțele reale, se introduc și forțele inerțiale de transport, totul putînd fi acum considerat practic (dacă nu există reacții ori rotații), ca în sistemul de referință inertial ideal. Corpurile aflate în interiorul unui asemenea aparat orbital, inițial în repaus, vor pluti liber în continuare, cu condiția ca asupra lor să nu acționeze forțe suplimentare.

Dacă la bordul unei stații orbitale, viitorilor montori cosmici va trebui să li se asigure o gravitație artificială, aceasta s-ar putea realiza prin prezența unui cîmp inerțial de forțe, obținut, de exemplu, prin mișcarea de rotație în jurul unei axe care să treacă prin centrul de masă al respectivei stații orbitale, mișcare ce nu implică un consum ridicat de energie și produce un cîmp inerțial axifug.

În vederea înțelegerii rapide a modului cum apare gravitația artificială în acest caz, este necesară o scurtă reamintire a cîtorva

noțiuni de mecanică. Astfel, se consideră mișcarea unui om pe planeta natală, de exemplu la ecuator cu viteza de aproximativ 4,3 km/oră (circa 1,2 m/s). În mișcarea sa, omul analizat se va deplasa sub acțiunea forței de greutate proprie, îndreptată, evident, către centrul planetei, precum și a încă două forțe, de a căror existență este responsabilă... mișcarea de rotație a planetei natale (care, la ecuator posedă viteza unghiulară de rotație foarte mică, $0,7 \times 10^{-4}$ rad/s). Aceste forțe sînt: forța centrifugă, proporțională cu produsul dintre raza planetei și pătratul vitezei unghiulare amintite, precum și forța de inerție Coriolis, a cărei valoare, tot foarte mică în comparație cu greutatea individului, se obține înmulțind viteza de deplasare a personajului cu viteza unghiulară planetară, bineînțeles și cu masa acestuia. Raportînd atît forța centrifugă, cit și cea Coriolis la masa corpului călătorului, rezultă valori mici: pentru cazul forței centrifuge relative, 0,031 m/s², iar pentru cazul forței Coriolis, 0,00008 m/s². Dacă le comparăm cu accelerația greutății, se observă foarte ușor că cele două forțe sînt insensizabile față de forța de greutate a omului!

Ei bine, cu totul altfel trebuie să judece aceste probleme călătorul spațial aflat la bordul unei stații orbitale pe care este organizată gravitația artificială, în primul rînd datorită dimensiunilor și vitezelor complet diferite ale aparatului spațial de referință în acest caz; astfel, vitezele unghiulare ale stației orbitale sînt de cîteva sute de ori mai mari, în timp ce dimensiunile, de cîteva... sute de mii de ori mai mici!

Să presupunem existența unui lucrător cosmic amplasat pe peretele interior al unei stații orbitale cilindrice, care se rotește în jurul axei de simetrie cu o anumită viteză unghiulară; asupra călătorului spațial va acționa forța de inerție centrifugală îndreptată către „polii“ secțiunii circulare a stației, forță care are ca efect apăsarea montorului spațial pe peretele stației, ca și cum ar fi supus unei gravitații artificiale... Evident, greutatea depinzînd de valoarea practic constantă a accelerației greutății, ea diferă de forța centrifugă, care depinde de raza de rotație a clădirii cosmice; cum se traduce aceasta pentru cazul mișcării călătorului spațial, care trebuie să „învețe“ să-și dozeze eforturile corespunzător noii mecanici... astronautice?! Călătorul spațial în mișcare pe pereții stației orbitale cilindrice va putea mai ușor să-și miște capul sau

miinile decât membrele inferioare, deoarece ultimele sînt mai departe de axa de rotație a stației, deci sînt supuse unor forțe centrifuge mai mari! Apare, astfel, noțiunea de gradient gravific, mărime care definește deosebirea dintre valorile forțelor anterior menționate; cu cît este mai mică raza de rotație a stației, cu atît va fi mai evidentă acțiunea acestui gradient asupra organismului astronautului locuitor al stației! La data actuală există, din păcate, prea puține date despre influența acestui gradient asupra organismelor cosmonauților; unii specialiști apreciază că mărimea forței centrifuge care ar acționa asupra capului și picioarelor unui călător spațial într-o stație avînd gravitație artificială, nu trebuie să depășească 15% din valoarea maximă a acestei forțe; deci pentru un montor cosmic avînd înălțimea de 180 cm, trebuie luate măsuri ca raza de rotație a unei viitoare stații cosmice cu gravitație artificială să nu coboare sub 12 m! În acest sens este interesant de subliniat că încă în anul 1929, inginerul german Herman Noordung, bazat pe calculele asupra zborului spațial elaborate de pionierul zborurilor cosmice care este Hermann Oberth, a elaborat proiectul unei stații orbitale circulare, de tip inelar, cu diametrul de 30 m și care ar fi trebuit să se rotească odată în jurul axei sale la fiecare 8 secunde, pentru ca la periferia stației să se obțină efecte ale gravitației (artificiale) similare valorilor existente pe Terra!

Evident, lucrurile se complică atunci cînd montorul spațial trebuie să se deplaseze pe pereții stației orbitale cilindrice, animate de o rotație destinată producerii gravitației artificiale: în acest caz, în afara forțelor centrifuge, apar și forțele de inerție Coriolis, al căror efect va fi resimțit, desigur, mult mai bine decât pe planeta natală, deoarece mișcarea unghiulară de rotație a stației este mult mai mare decât a planetei...

Obligațiile de activități în stație cer călătorilor spațiali să efectueze în interiorul acesteia diferite deplasări. Să considerăm de exemplu, cazul cînd se parcurge, în ambele sensuri, o scară astfel amplasată încît să fie dirijată după una din razele secțiunii transversale ale cilindrului stației în mișcare de rotație. Să presupunem, mai întîi, că acea scară este parcursă în urcare, de la marginea pereților către centrul stației; dacă se admite că sensul rotației stației este invers sensului acelor ceasornicului, forțele Coriolis ce apar la urcare vor avea tendința de a împinge cosmonautul să se deplaseze în cîbier sensul rotației stației! Dacă sensul parcurgerii scării se schimbă, respectiv montorul cosmic dorește să ajungă la pereții

stației, deci către perimetrul încăperii cilindrice analizate [altfel spus, către „polii“ secțiunii circulare prin respectiva încăpere], atunci forțele Coriolis vor provoca un fel de împingere a cosmonautului în sens invers rotației încăperii care, așa cum se menționase deja, se rotește invers acelor ceasornicului...

Locuitorii caselor orbitale cu gravitație artificială, vor trebui să știe să... alerge pe pereții acestor stații! Să ne explicăm: dacă fuga are loc în sensul în care se produce rotația ce produce gravitația artificială, forța Coriolis care se va produce și va acționa asupra călătorului grăbit, va avea tendința de a-l „apăsa“ pe pereții stației, contribuind astfel la menținerea doritei gravitații artificiale! Bineînțeles, totul se va produce exact invers dacă deplasarea astronautului grăbit se va efectua în sens invers rotației încăperii orbitale...

Deoarece valorile forțelor de inerție Coriolis au mărimi direct proporționale (afară de masa corpului cosmonautului) cu valorile vitezelor unghiulare de rotație a stației, limitarea acestor viteze depinde doar de factori fiziologici; în acest sens au fost conduse unele experimente privind comportamentul unor organisme vii amplasate în încăperi cu rotație moderată, pe intervale relativ lungi, pînă la o lună. Din experiențe a reieșit că o valoare corespunzătoare pentru vitezele unghiulare indicate de necesitatea obținerii de gravitații artificiale moderate fără afectarea organismului uman, s-ar menține în jurul la 0,4 radian/secundă. De aici rezultă că viitori montori spațiali se vor deplasa pe pereții stațiilor cu gravitație artificială de ordinul a 0,2 g sau chiar ceva mai mare. Apreciind cazul unei stații cosmice cilindrice cu raza de rotație de 24 m și o viteză de deplasare a călătorului spațial de circa 1,2 m/s, calculele arată că accelerațiile Coriolis sînt relativ reduse, corespunzînd la 0,277g.

Ceea ce trebuie cunoscut de cei care vor construi și folosi asemenea stații orbitale avînd gravitație artificială, este că forțele Coriolis trebuie neapărat calculate și luate în considerație atunci cînd se stabilește amplasarea încăperilor stației spațiale cu diferite destinații; de asemenea, cosmonauții care vor beneficia de asemenea încăperi, trebuie să efectueze deplasările prin stație în special în sensul axei longitudinale a fiecărei încăperi cilindrice, aflate în rotație pe orbită, deoarece astfel vor suferi mai puțin de acțiunea forțelor Coriolis necorespunzătoare. De asemenea, trebuie acordată atenția cuvenită amplasării încăperilor de dormit pe axa longi-

tudinală, care posedă dispunerea optimă din punctul de vedere al existenței forțelor inerțiale. Totodată, comenzile și pîrghiile din compunerea sistemelor de control și comandă ale astronavelor pe care se intenționează să se organizeze gravitație artificială, trebuie să fie astfel amplasate încît pentru acționarea lor să se evite rotirea capului cosmonauților la dreapta sau la stînga.

Desigur, cele cîteva aspecte tehnice relevate mai sus vor intra fără doar și poate în abecedarul cunoștințelor celor destinați să lucreze pe stațiile orbitale ale viitorului...

POSTFAȚĂ

(PENTRU CEI CARE VOR MEREU SĂ „VADĂ” VIITORUL!...)

Acum, cînd ne pregătim să închidem filele pregătite pentru această carte care s-a dorit din totdeauna un modest omagiu adus celor care au zburat sau vor zbura în spațiu, dar și celor care și-au dedicat viața acestei nobile acțiuni înscrise pe coordonatele „Geniu-Perseverență-Curaj”, poate ar fi corect să spunem cîteva cuvinte despre ce bănuiesc (doresc!?) oamenii de știință că se va înfăptui în curînd, unele poate chiar în anul cînd prezentele rînduri vîd lumina tiparului...

• Știința poate dovedi dacă sintem singuri în Univers! Și în prezent sosesc informații de la robotul spațial „inteligent” care se numește stația automată interplanetară americană „Pioneer 10” și care la 13 iunie 1983 a depășit „granițele” sistemului nostru solar; este vorba de un fel de „buletine astrofizice” despre starea și emisiile astrului central, date despre variația temperaturii cromosferei (modificări de la 5 000° la 15 000°!), despre vitezele vîntului solar (acel flux de particule încărcate care poate atinge în perioade ale maximumului activității solare peste 160 000 km/oră!), despre cîmpurile de materie și de forțe întîlnite în peregrinarea stației cu viteza de peste 16 500 m/s... Astronomii așteaptă de la acest robot spațial informații care să le permită cît mai curînd să afle dacă există ori nu cea de a 10-a planetă a sistemului solar; astrofizicienii doresc ca din datele pe care stația este suficient de „harnică” pentru a le achiziționa și, se speră, suficient de rezistentă pentru a le și putea transmite spre sol, să stabilească dacă în interiorul Galaxiei există ori nu acele neobișnuite formații stelare numite „găuri negre”, obiecte astronomice cu cîmp gravitațional atît de intens încît nu lasă să scape în spațiu nici un fel de radiație, absorbînd totul cu o „nesățioasă foame astrală”! Fizicienii doresc și ei, tot de la

acest atât de harnic robot cosmic, o confirmare ori cât de slabă despre existența și formele de manifestare ale undelor gravitaționale de foarte mare lungime de undă... Și lista nu este deloc încheiată! Ceea ce este mai greu de sperat, *dar nu și imposibil pentru generația noastră*, este că încă în perioada în care ne mai este accesibilă, din analiza perturbațiilor în starea transmisiilor recepționate de la „Pioneer 10“, sau din modificările neobișnuite ale traiectoriei, să se afle că datele emise periodic de stație — evidențiind că este încă în „viață“ — au mai fost recepționate și de o altă civilizație, aceasta ar putea fi în așteptarea apropierei robotului creat de geniul locuitorilor Terrei, pentru a-l recupera și a citi astfel mesajul pe care echipa dr. Carl Sagan l-a încrustat într-o plăcuță aurită, capabilă să reziste factorilor agresivi ai Cosmosului timp de un milion de ani!... În acest fel, micul robot care a „supraviețuit“ traversării briului de meteoriți dintre Marte și Jupiter, a rezistat asaltului particulelor foarte energice din interiorul cozii magnetosferei joviene precum și bombardamentului cu praf și „așchii“ meteoritice pe durata unui zbor de peste 2,5 miliarde de km în spațiul liber, va reuși să ducă departe, în Cosmos, mesajul umanității!

- Energie aproape gratuit de la... Soare! Soarele este o stea de tip spectral G2V și face parte din cea de-a doua sau chiar a treia generație de stele din Galaxie; cantitatea de energie recepționată în unitatea de timp de la Soare, este denumită constantă solară. Valoarea acesteia corespunde la o emisivitate de $6,41 \times 10^3 \text{ J/s.cm}^2$, la o luminozitate medie de $3,86 \times 10^{26} \text{ J/s}$ și o pierdere de masă prin radiație de 4,3 milioane t/s. Din această imensă cantitate de energie, Terra primește doar a doua miliarda parte, care de fapt formează baza reurselor terestre.

Există deja proiecte privind direcțiile posibile de utilizare a energiei emenate de Soare, inclusiv transformarea în energie electrică la nivele largi și difuzarea într-un sistem interconectat, chiar la scară globală. Tehnologiile actuale par a fi suficient de dezvoltate pentru obținerea de metode eficiente de conversie a radiației solare în diferite alte forme de energie necesare umanității la stadiul actual de dezvoltare, pentru situații considerate ca potențiale în viitor și chiar pentru perspectiva deceniilor din primul secol al mileniului trei... Se preconizează plasarea pe orbite geostationare de sateliți gigantiți ca întindere, cu sute de kilometri pătrați de celule fotovoltaice, capabile să transforme direct radiația solară în energie electrică care, la rindul ei, să fie convertită în

microunde ce se transmit pe Terra. Recepționate de antene uriase, eventual amplasate în Sahara sau pe mări, aceste unde sînt retransformate în energie electrică.

Desigur, rămîn încă nesoluționate, problemele construirii și asamblării pe orbită a unor asemenea captatori-gigantiți de energie solară și a sistemelor economice de convertire în radiații transmișibile pe suprafața Pămîntului, cu pierderi cât mai reduse. Cercetarea/dezvoltarea și realizarea unor asemenea proiecte, apreciate pînă nu de mult ca fantastice, implică eforturi financiare la scară planetară. Datele de proiect sînt impresionante: masa unei stații electrosolare orbitale de 10 000 MW, dotată cu baterii fotovoltaice se apreciază că va atinge 35 000 t; asamblarea pe o orbită joasă (200 — 300 km) va fi efectuată de personal specializat, montori cosmici dotați cu agregate automatizate, conduse de la distanță conform unui program; după montare stația va fi adusă pe o orbită geostationară, operație care ar putea dura, chiar după anul 2000, între 6 și 12 luni, inclusiv montarea agregatelor destinate corectării orbitei!

Avantajele ulterioare realizării acestui proiect, inclusiv cele umanitare, ar fi enorme; amortizarea cheltuielilor s-ar putea efectua într-un interval relativ scurt, iar omenirea ar putea obține, la un anumit moment, energie în mod gratuit, energie care să fie recepționată în foarte multe părți ale suprafeței planetei și utilizată efectiv în orice zonă a acesteia!...

- Cosmosul furnizează o nouă stare a materiei nucleare! Mulți astrofizicieni apreciază că cel mai puternic accelerator de particule de care au dispus vreodată fizicienii rămîne totuși... Cosmosul! Dovada? Cel mai energic nucleu atomic care a fost vreodată „văzut“ a fost observat relativ recent în radiația cosmică! Acesta a fost un nucleu de calciu care a dispus pentru fiecare particulă a nucleului (nucleon) de o energie de 100 TeV (un teraelectronvolt = 10^{12} eV = o mie de miliarde de volți!). (Cel mai puternic accelerator de particule construit pe Terra poate produce energii de ordinul a 10^3 GeV ($1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$). Ciocnirea dintre acest nucleu-bolid animat de o viteză relativistă și un nucleu-țintă de carbon sau de oxigen a putut fi înregistrată cu ajutorul unui detector care a fost amplasat în aparatura montată într-un balon stratosferic. Rezultatul: înregistrarea a peste 700 de particule încărcate și semnalezarea a peste 300 de fotoni rezultați din această spectaculoasă ciocnire în Cosmos! Totuși, identificarea evenimentului de ansamblu care a asigurat desfășurarea acestei ultra-jerbe de particule se-

cundare, rămâne încă o problemă de studiu pentru perioada care urmează...

Mai recent, o echipă formată din 22 de fizicieni japonezi, americani și polonezi au „regizat” producerea unui fenomen similar: înregistrarea finală a cuprins nu mai puțin de 1 000 de particule încărcate și semnalarea a peste 170 de fotoni, ca urmare a unei ciocniri dintre un nucleu de siliciu, care de această dată a dispus de o energie de 4 TeV *pentru fiecare nucleon* (!), și un nucleu-țintă de carbon, amplasat într-un detector similar.

Astfel s-a putut consemna cea mai mare cantitate de particule secundare rezultate dintr-un asemenea eveniment, un fel de super-jerbă apreciată ca un record absolut în fizica particulelor elementare; întrucât distribuția de viteze a acestor particule rezultate a fost dirijată perpendicular pe traiectoria razelor cosmice, lucru neobișnuit, aceasta a condus la ipoteza existenței unei noi stări a materiei nucleare, care părea că se manifestă ca o plasmă de quarkuri și de gluoni (quarkurile = particule ipotetice din care se pare că sînt formați protonii și neutronii și care la rîndul lor se pare că sînt constituiți din alte particule și mai mici; gluoni = particule purtătoare a interacțiunii (sau forțelor) tari care asigură trîncia structurii nucleare).

Astrofizicienii afirmă că în prezent ar exista suficiente premise pentru a socoti posibilă această stare neobișnuită a materiei, iar posibilitățile fizicii nucleare și studiul radiației cosmice primare îndreptătesc să se creadă că proba existenței acestei stări va fi obținută foarte curînd.

• Provenite din materia originală a sistemului solar, cometele pot furniza date cosmogonice noi, necunoscute pînă acum! Cometa Halley, numită astfel după numele descoperitorului ei în anul 1682 (astronomul englez Sir Edmund Halley, 1656—1742), ca oricare din aceste componente ale sistemului solar, este formată din: capul cometei, format la rîndul lui din nucleu (bucăți de gheață și materie solidă) și coamă (coma), un fel de sferoid format din gaze și praf cosmic care înconjoară nucleul, precum și din coada cometei, partea cea mai spectaculoasă, alcătuită din molecule ionizate și particule de praf într-o stare foarte fină și rarefiată, care se poate întinde în direcție opusă Soarelui pînă la milioane sau chiar sute de milioane de kilometri! Masa nucleului are valori de ordinul a 10^{14} t (a 10-a milioana parte din masa Pămîntului!), raza poate fi de 50—100 km, iar densitatea 1 g/cm^3 .

La finele anului 1982 erau catalogate deja peste 2 100 de comete, existînd un ritm mediu de descoperire anuală a 10 comete; întrucît se cer răspunsuri la numeroase ipoteze privind evoluția, formarea și structura cometelor, precum și a influenței planetelor mari ale sistemului solar (Jupiter, Neptun, Uranus) asupra formării și mai ales a evoluției acestora, specialiștii așteaptă de la programele de explorare a cometei Halley cu ajutorul stațiilor interplanetare automate, informații deosebit de importante.

Deja au fost date publicității două asemenea programe: misiunea spațială „Giotto”, destinată să exploreze în anul 1985 cometa Halley, misiune pregătită și finanțată de Agenția spațială (vest) europeană ESA, precum și programul VEGA, la care participă specialiști din nouă țări (U.R.S.S., Franța, R.F.G., Austria, R.P. Ungară, R.S.Cehoslovacia, R.D.Germană, R.P.Polonă și R.P. Bulgaria). În cazul acestei ultime misiuni, care a fost prezentată parțial cu ocazia celui de al 34-lea Congres internațional de astro-nautică (Budapesta, octombrie, 1983), o sondă spațială automată se va apropia de coada cometei Halley pentru a studia și a transmite din acea regiune informații, evident inedite, privind procesele care au loc în acea zonă a cometei și, eventual, componența acelei părți.

• Solul selenar și în special lanțurile de cratere ascund încă necunoscute? Datele de cosmochimie și de selenologie au permis încă în urmă cu un deceniu formarea unui model matematic și fizic al Seleniei, inclusiv al etapelor parcurse de acest astru; este acreditată următoarea ipoteză: acum aproximativ 4,5 miliarde de ani, atît Pămîntul, cît și Luna posedau numeroși sateliți, dintre care cea mai mare parte au sfîrșit prin a „eșua” pe cele două corpuri, în cadrul etapei așa-numitului bombardament meteoritic care a modelat relieful primar al celor doi astri. Într-un anumit fel, Luna a sfîrșit din această „hecatombă” prin a deveni satelitul Terrei. Peisajul lunar a fost apreciat, din analiza mostrelor aduse de selenauții programului „Apollo” și de stațiile automate sovietice, ca avînd o vechime de 3—5 miliarde de ani, acesta nemaisuferind modificări de la sfîrșitul etapei de acreție a materiei selenare, respectiv de formare a materiei prin condensare și aglomerare a particulelor solide reci inițiale.

Deși impresionează prin fixitatea sa aparentă, relieful lunar „ascunde” etape cînd pe Lună au avut loc mișcări tectonice, bombardament meteoritic, erupții vulcanice. Referitor la lanțurile

de cratere selenare, care pe fața nevăzută de pe Pământ a Lunii ating chiar lungimi de 1 000 km (!), au apărut noi și interesante ipoteze; uneori distanțele dintre cratere constituie adevărate progresii geometrice avind factorul de multiplicitate constant pe fiecare lanț! Ca exemplu este dat, în interiorul cercului gigantic Clavius, din apropierea polului sudic selenar, un lanț de șase cratere foarte spectaculos, care scad în mărime într-o serie geometrică riguroasă. Din analizele efectuate cu ajutorul calculatoarelor s-a emis ipoteza că asemenea proprietăți la lanțurile de cratere nu pot fi opera hazardului, dar nici a unor fenomene fizice naturale...

Este de presupus că prin lansarea într-un viitor apropiat a unor sateliți cartografi în jurul Lunii, ar fi posibil să se obțină hărți riguroase ale solului selenar, apte să permită descoperirea cauzelor acestor fenomene, proveniența și, de ce nu, chiar modalitățile probabile prin care au reușit să aibă asemenea proprietăți misterioase!...

*
* *
*

Până când asemenea probleme își vor fi găsit o explicație științifică, vor fi lansate: sonda solară polară și telescopul orbital (1986), sateliți artificiali pentru Jupiter și Saturn, sonde automate care vor cobori pe solul marțian (1996) și al satelitului Titan, cu deplasări autopropulsate, baze autonome pe Lună (1998) și pe Marte, sau chiar pe Jupiter....

ANEXĂ

LISTA ZBORURILOR NAVELOR COSMICE PILOTATE

Data lansării	Denumirea navei cosmice	Numele membrilor echipajului	Țara
1	2	3	4
12.04.1961	Vostok 1	Iuri A. Gagarin	U.R.S.S.
05.05.1961	Mercury 3	Alan B. Shepard jr.	S.U.A.
21.07.1961	Mercury 4	Virgil I. Grissom	S.U.A.
06.08.1961	Vostok 2	Gherman S. Titov	U.R.S.S.
20.02.1962	Mercury 6	John H. Glenn jr.	S.U.A.
24.05.1962	Mercury 7	M. Scott Carpenter	S.U.A.
11.08.1962	Vostok 3	Andrian G. Nikolaev	U.R.S.S.
12.08.1962	Vostok 4	Pavel R. Popovici	U.R.S.S.

CUPRINS

<i>Prefață</i>	5
Cap. 1. NECUNOScutUL COSMOS, ATît DE AMPLU STU- DIAT!... ..	11
De fapt, în ce constă atmosfera terestră?	12
De unde începe, deci, Cosmosul?	17
Decompresiunea, un pericol cunoscut de... 300 de ani!	20
Atenție! Pericol meteoritic... ..	25
Sintem pe fundul unui ocean de radiații	28
Cap. 2. GRAVITAȚIA? NIMIC MAI... COMPLICAT!	35
Agresivitatea „g“-urilor	36
Accelerațiile în zborul spațial	43
Imponderabilitatea, sau cînd „dispare“ greutatea... ..	47
Misterioasa „maladie a Cosmosului“!	54
Cît timp se poate trăi la $g = 0$?	64
Cap. 3. PSIHOLOGIE ȘI CIBERNETICĂ ÎN COSMOS	75
Sistemul „om-mașină“ în spațiu	77
Fiabilitatea: 99,99999%! Și totuși... ..	88
Neobișnuitele urmăări ale privării de senzații	94
Bioritmologia și zborurile spațiale	102
Psihologia echipajelor cosmice	108
Cap. 4. SELECȚIONAREA ȘI ANTRENAREA „OAMENILOR SPAȚIULUI“	119
Cei mai buni dintre... cei mai buni!... ..	120
Acolo de unde-și iau zborul rachetele... ..	130

...Iar C�smosul este „adus pe... P�m�nt“!.....	146
�i tehnica spațială se bazează tot pe calculatoarele!.....	154
Cap. 5. ACTIVITATEA PE ORBITĂ R�MINE PROBLEMA	
Nr. 1'... ..	163
�n interiorul cabinei cosmice	164
Totul pentru securitatea �i confortul echipajului	171
Prima zi pe orbită r�mine cea mai grea!	184
�i dacă, totuși, acolo sus, apare o defecțiune?... ..	201
Ce (mai) trebuie să �tie un lucrător cosmic?	216
<i>Postafa��</i> : (Pentru cei care vor mereu să „vadă, viitorul!...)	231
<i>Anexă</i> . Lista zborurilor navelor cosmice pilotate	236
<i>Bibliografie</i>	244

Cap. 3. PSIHOLOGIA �I CIBERNETICA �N COSMOS	25
„Sistemul „om-mașină” în spa�iu	27
Psiholog: �������! �i tehnici	28
Neobi�nuitele �urme ale privării de spa�iu	91
Biotehnologia �i zborurile spațiale	103
Psihologia echipajelor cosn�ce	108
Cap. 4. SELECȚIONAREA �I ANTRENAREA �AMEN�ILOR	
„S�r�t�r�”	119
Cel mai bun dintr�... cel mai bun	120
Acolo de unde �i lan� zborul rachetei	130